PROYEK AKHIR TERAPAN – RC146599

MODIFIKASI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL ALIMAR SURABAYA MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Mahasiswa

M. RIZAL EFENDI
NRP. 3113041039

Dosen Pembimbing

Ir. SUNGKONO, CES.
NIP. 19591130 198601 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

PROYEK AKHIR TERAPAN – RC146599

MODIFIKASI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL ALIMAR SURABAYA MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Mahasiswa

M. RIZAL EFENDI
NRP. 3113041039

Dosen Pembimbing

Ir. SUNGKONO, CES.
NIP. 19591130 198601 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

FINAL PROJECT – RC146599

MODIFICATION OF BUILDING STRUCTURE PLANNING OF HOTEL ALIMAR SURABAYA USING METHOD OF SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM

M. RIZAL EFENDI
NRP. 3113041039

Supervisor

Ir. SUNGKONO, CES
NIP. 19591130 198601 1 001

DIPLOMA IV STUDY PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEER
FACULTY OF VOCATION
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017

LEMBAR PENGESAHAN

"Modifikasi Perancangan Struktur Gedung Hotel Alimar Surabaya Menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)"

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Terapan
Pada
Konsentrasi Bangunan Gedung
Program Studi Diploma IV Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 28 Juli 2017

Disusun Oleh:

MAHASISWA

M. RIZAL EFENDI
NRP. 3113041039

3 1 JUL 2017

Disetujui Oleh:
DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUNGKONO, CES.
NIP. 19591130 198601 1 001

7

BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda : 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7/5/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Modifikasi Perancangan Struktur Gedung Hotel Alimar Surabaya Menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)		
Nama Mahasiswa	M. Rizal Efendi	NRP	3113041039
Dosen Pembimbing 1	Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	- NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
Lampiran & tabel, perlu disusun mudah dibaca dalam format A4. Gambar penulangan pelat no. 22 dst, garis balok masuk ke kolom. Panjang penyaluran tulangan ke poer/pile cap. diperiksa. Tulangan pelat basement. Tulangan kolom, deking pile cap, potong tiang pancang tak boleh mengganggu tul. pokok pile cap	M. Khoiri, ST., MT., Ph.D. NIP 19740626 200312 1 001
Revisi gambar penul. pelat, garis putus? unt. sisi balok dibawah pelat. Revisi gambar tangga, tul. anak tangga perlukah? Prinsip weak beam - strong column diperiksa → h.255 Gambar denah pile cap - garis lebal, garis putus?, garis pendek Gaya pons pada kolom di area pile cap diperiksa	Ir. Munarus Suluch, MS. NIP 19550408 198203 1 003
	- NIP -
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
M. Khoiri, ST., MT., Ph.D.	Ir. Munarus Suluch, MS.	-	-	Ir. Sungkono, CES.	-
NIP 19740626 200312 1 001	NIP 19550408 198203 1 003	NIP -	NIP -	NIP 19591130 198601 1 001	NIP -

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
http://www.diplomasipil-its.ac.id

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 M.RIZAL EFENDI 2
NRP : 1 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. SUNGKONO, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	9-06-2017	Sloof sebagai penjilat				
		- Cek lagi besar 2 dimensi				
		- Dominan axial		B	C	K
		- Sloof sebagai penjilat dipoer		☐	☑	☐
		sehingga digunakan dominan				
		axial.				
		- Pelat gambar melintang dan		B	C	K
		memanjang		☐	☐	☐
		- ~~Dimensi~~ - Jarak tul. antar balok				
		min 50 mm				
				B	C	K
				☐	☐	☐
				B	C	K
				☐	☐	☐
				B	C	K
				☐	☐	☐

Ket.
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
http://www.diplomasipil-its.ac.id

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 M.RIZAL EFENDI 2
NRP : 3113041039. 2
Judul Tugas Akhir : Modifikasi Perancangan Struktur Gedung Hotel Alimar Surabaya Menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

Dosen Pembimbing : Ir. Sungkono, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	7/3 17	-Tutorial SAP				
		-Eksentrisitas pelat, balok &				
		kolom		B	C	K
		-Struktur Sekunder dibandingkan		☐	☑	☐
		dari momen SAP.				
2	14/03 17	- Rem parkiran dihitung		B	C	K
		- Pemisahan dinding basement		☐	☐	☐
		dipotong.				
		-Momen pelat tgk. berbaturan				
		dari SAP.		B	C	K
		-Dinding ciumon + Acton tsmk.		☐	☐	☐
		Dinding partisi tidak kuat 10cm				
3	31/03 17	- Kontrol Periode, Simpangan dan		B	C	K
		Geser dasar		☐	☐	☐
		-Dilanjutkan pendangan.				
		Pelat, Balok dan kolom.				
		-Joint Antar tul. tiap lantai sama.		B	C	K
		-Ekstrem portal pd momen.		☐	☐	☐

Ket :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
http://www.diplomasipil-its.ac.id

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 M.RIZAL EFENDI 2
NRP : 1 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. SUNGKONO, CES

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	5-06-2017	Sloof sebagai penyikat				
		- Gdk usah besar 2 dimensi				
		- Penulan & axial		B	C	K
		- Sloof sebagai penyikat dipoer		☐	☑	☐
		sehingga digunakan ~~dimensi~~				
		axial.				
		- Pelat gambar melintang dan		B	C	K
		memanjang		☐	☐	☐
		- ~~Dimensi~~ - Jarak tul. antar balok				
		min 50 mm				
				B	C	K
				☐	☐	☐
				B	C	K
				☐	☐	☐
				B	C	K
				☐	☐	☐

Ket.
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
http://www.diplomasipil-its.ac.id

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 M.RIZAL EFENDI 2
NRP : 1 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. SUNGKONO, CES.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	9/05 2017	- Pelat tul jarak harus sama				
		Ø tul boleh dibesarkan dicbarch				
		tegangan.		B	C	K
		- Tul. Balok D harus sama tapi		☐	☑	☐
		jumlah boleh beda dikurikan				
		tump.				
		- Balok anak apabila dimodelkan		B	C	K
		di SAP juga dihitung akibat		☐	☐	☐
		gempa.				
	18/05 2017	- Desain beton menggunakan		B	C	K
		uncrack.		☐	☑	☐
		- P beton dan kolom masih				
		normal.				
		- Untuk sengkang 2 kaki 3 kaki		B	C	K
		diatur jumlah Asnya lebih kecil		☐	☐	☐
		atau berapa.				
				B	C	K
				☐	☐	☐

Ket. :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

Modifikasi Perancangan Struktur Gedung Hotel Alimar Surabaya Menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Nama Mahasiswa : M. Rizal Efendi
NRP : 3113041039

Jurusan : Diploma 4 Teknik Sipil FV - ITS

Dosen Pembimbing : Ir. Sungkono, CES
NIP : 19591130 198601 1 001

ABSTRAK

Gedung Hotel Alimar terletak di kota Surabaya dengan luas bangunan sebesar 630m^2 yang memiliki lantai semi basement pada lantai bawah dan 6 lantai dengan fungsi sebagai hotel. Dalam tugas akhir terapan ini gedung hotel dimodifikasi menjadi 8 lantai. Berdasarkan hasil Standart Penetration Test (STP) didapatkan bahwa gedung dibangun diatas tanah lunak (Kelas situs SE).

Perhitungan struktur menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus yang mengacu pada SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Perencanaan beban akibat gempa menggunakan spectrum respons desain. Pembebanan non-gempa mengacu pada SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain. Struktur sekunder berupa pelat dan tangga yang dipikul struktur primer yaitu balok dan kolom. Struktur bawah terdiri dari sloof dan pile cap, dengan pondasi tiang pancang. Keseluruhan struktur adalah beton bertulang, dengan mengacu pada SNI 2847:2013 Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.

Hasil dari perhitungan ini adalah berupa gambar teknik, terdiri dari gambar arsitektur, gambar denah struktur, dan gambar detail penulangan.

Kata kunci : Bangunan gedung, Sistem rangka pemikul khusus, Spektrum respons desain

Modification of Building Structure Planning of Hotel Alimar Surabaya Using Method of Special Moment Resisting Frame System

Name Student	**: M. Rizal Efendi**
NRP	**: 3113041039**
Major	**: Diploma 4 Teknik Sipil FV - ITS**
Conselor	**: Ir. Sungkono, CES**
NIP	**: 19591130 198601 1 001**

ABSTRAK

Alimar Hotel Building is located in Surabaya city with building area of 630m2 which has semi basement floor on bottom floor and 6 floor with function as hotel. In this final assignment the hotel building is modified to 8 floors. Based on the results of Standart Penetration Test (STP) found that the building is built on soft ground (Class SE site).

The calculation of the structure using method of Special Moment Resisting Frame System that refers to the SNI 1726: 2012 Procedures for earthquake resistance planning for building structures and non-building. Planning of the load due to earthquake using spectrum response design. Non-earthquake loading refers to SNI 1727: 2013 Minimum load for the planning of buildings and other structures. Secondary structure of the plate and ladder bears the primary structure of beams and columns. The lower structure consists of sloof and pile cap, with pile foundation. The entire structure is reinforced concrete, with reference to SNI 2847: 2013 Procedures for calculating concrete structures for buildings.

The results of this calculation is a technical drawing, consisting of architectural drawings, structural layout drawings, and detailed reinforcement drawings.

Keywords: Building, Special Moment Resisting Frame System, Spectrum response design

KATA PENGANTAR

Pertama-tama saya ucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya penyusunan **Tugas Akhir Terapan** dapat terselesaikan dengan judul **"Modifikasi Perancangan Struktur Gedung Hotel Alimar Surabaya Menggunakan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)".**

Tersusunnya tugas akhir terapan ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah memberikan masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami ucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan banyak dukungan moril maupun materi untuk kelancaran penyusuna tugas akhir terapan ini.
2. Bapak Dr. Machsus, ST. MT, selaku kepala departemen teknik infrastruktur sipil fakultas vokasi its.
3. Bapak Ir. Sungkono, CES selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir terapan ini.
4. Teman-teman warga diploma sipil, DS 34, A13 dan perkopian yang telah memberikan semangat dalam masa perkuliahan di kampus diploma sipil.

Menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini tidaklah sempurna, maka saya ucapkan mohon maaf jika ada kekurangan dalam penyusunan.

Surabaya, 29 Juni 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR NOTASI

b_w =Lebar badan (web), mm.

D =pengaruh dari beban mati.

F_a =Koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik).

F_v =Koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik).

f_c' =Kekuatan tekan beton yang disyaratkan, Mpa.

f_y =Kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan, Mpa.

h =Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm.

h_w =Tinggi bersih segmen yang ditinjau, mm.

I =Momen inersia penampang terhadap sumbu pusat, mm^4.

I_b =Momen inersia penampang bruto balok terhadap sumbu pusat, mm^4.

l_n =Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm.

l =Panjang bentang balok atau slab satu arah, mm.

L =Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.

Lr =Beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.

R = Beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.

S_s =Parameter percapatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda pendek, redaman 5 persen.

S_1 =Parameter percapatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda 1 detik, redaman 5 persen.

S_{DS} =Parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek, redaman 5 persen.

S_{D1} = Parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik, redaman 5 persen.

S_{MS} = Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.

S_{M1} = Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.

S_n = Kekuatan lentur, geser atau aksial nominal sambungan.

T = Perioda fundamental bangunan (seperti yang ditentukan dalam SNI 1726:2012 Pasal 7.8.2)

W = Beban angin.

α_1 = Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar plat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel yang disebelahnya(jika ada) pada setiap sisi balok.

ϕ_b = Faktor reduksi (0,9).

d_b = Diameter nominal batang tulangan, kawat, atau strand prategang, mm.

l_d = Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir, kawat ulir, tulangan kawat las polos dan ulir, atau strand pratarik, mm.

l_{dc} = Panjang penyaluran tekan batang tulangan ulir dan kawat ulir, mm.

l_{dh} = Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir atau kawat ulir dengan kait standar, yang diukur dari penampang kritis ujung luar kait (panjang penanaman lurus antara penampang kritis dan awal kait[titik tangen] ditambah jari-jari dalam bengkokan dan satu diameter batang tulangan), mm.

V_{u1} = Gaya geser pada muka perletakan.

M_{nl} = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kiri).

M_{nr} = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kanan)

l_n = Bentang bersih balok

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Gedung Hotel Alimar dengan luas bangunan 630m^2 (18m x 35m) yang berlokasi di Jalan Soekarno no 134 Surabaya, merupakan bangunan gedung enam lantai dan satu *semi basement* dengan ketinggian 33 meter. Pada lantai *semi basement* berfungsi sebagai lahan parkir, lantai satu dan lantai dua berfungsi sebagai *meeting room*, lantai tiga sampai lantai enam berfungsi sebagai hotel. Gedung ini memiliki kolom miring pada lantai satu sampai lantai tiga. Sistem struktur yang digunakan pada gedung ini adalah sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). Perancangan awal gedung hotel Alimar menggunakan struktur beton bertulang metode konvesional *(cast in situ)* untuk kolom,balok, pelat dan pondasi menggunakan tiang pancang.

Sistem rangka pemikul momen adalah rangka dimana komponen struktur dan joint menahan gaya melalui lentur, geser dan gaya aksial. Rangka momen yang ditetapkan sebagai bagian sistem penahan gaya gempa dikategorikan menjadi sistem rangka momen biasa (SRPMB), sistem rangka momen menengah (SRPMM) dan sistem rangka momen khusus (SRPMK). Penentuan kategori rangka momen ditentukan berdasarkan data tanah, kategori resiko struktur bangunan (I, II, III, IV) dan kategori desain seismik (A, B, C, D, E dan F).

Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) adalah desain struktur beton bertulang dengan pendetailan yang menghasilkan struktur yang fleksibel atau memiliki daktalitas tinggi. Prinsip utama SRPMK adalah strong colum weak beam, menghindari keruntuhan geser dan pendetailan untuk perilaku daktail. Berdasarkan SNI 1726:2012, SRPMK digunakan pada bangunan dengan kategori desain seismik D, E dan F.

Perancangan Gedung Hotel Alimar dimodifikasi menjadi delapan lantai dan satu *semi basement* untuk memenuhi syarat proyek akhir terapan. Lantai *semi basement* berfungsi sebagai lahan parkir, lantai dua dan tiga berfungsi sebagai *meeting room,* lantai tiga sampai lantai delapan berfungsi sebagai hotel. Sistem struktur gedung menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) karena gedung direncanakan dibangun di Surabaya dengan kategori tanah lunak (SE), kategori resiko struktur bangunan II dan termasuk dalam kategori desain seismik D.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dihadapi dalam proyek akhir terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang struktur hotel Alimar Surabaya dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
2. Bagaimana menuangkan hasil perhitungan struktur hotel Alimar Surabaya ke dalam gambar teknik.
3. Bagaimana merencanakan metode pelaksanaan struktur atas.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan proyek akhir terapan ini adalah sebagai berikut :.

1. Mampu merancang struktur hotel Alimar Surabaya dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
2. Mampu menuangkan hasil perhitungan struktur hotel Alimar Surabaya ke dalam gambar teknik.
3. Mampu merencanakan metode pelaksanaan struktur atas.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penyusunan proyek akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Perancangan gedung dimodifikasi menjadi delapan lantai.
2. Perancangan ini tidak merencanakan metode pelaksanaan struktur bawah.
3. Perancangan ini tidak meninjau analisa biaya.
4. Perancangan ini tidak meliputi utilitas bangunan, sanitasi, *plumbing*, dan kelistrikan.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penyusunan proyek akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan referensi tentang perencanaan gedung bertingkat dengan menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
2. Mampu merencanakan perhitungan struktur-struktur gedung dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
3. Mampu merencanakan penulangan struktur gedung dengan menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khsusus (SRPMK).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Referensi

Tinjauan pustaka ini dijelaskan mengenai teori dan studi pustaka, sebagai tinjauan untuk menyelesaikan perhitungan struktur bangunan gedung hotel Alimar Surabaya, mengacu pada SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 2847:2013. Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang (*Iswandi Imran dan Fajar)*, Desain Pondasi Tahan Gempa *(Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti).*

2.2 Beban

Perancangan struktur harus dapat menyalurkan beban-bebannya menuju ke pondasi dengan baik tanpa keruntuhan, untuk beban-beban yang bekerja pada sebuah bangunan antara lain yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban pada bangunan gedung dijelaskan dalam SNI 1727:2013 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Beban gempa pada bangunan gedung dijelaskan dalam SNI 1726:2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

2.3 Penentuan Kategori Desain Seismik

Untuk kategori desain seismik pertama menentukan kategori resiko bangunan sesuai SNI 1726:2012 tabel 1 sehingga diperoleh nilai faktor keutamaan gempa ($I_{e)}$ sesuai SNI 1726:2012 tabel 2. Klasifikasi situs ditentukan berdasrkan SNI 1726:2012 tabel 3. S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) ditentukan berdasarkan wilayah yang ditentukan peta zonasi gempa di dalam SNI 1726:2012 gambar 9 dan gambar 10. Faktor amplifkasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (Fa) sesuai SNI

1726:2012 tabel 4 dan faktor amplifkasi getaran terkait percepatan yg mewakili getaran periode 1 detik (Fv) sesuai SNI 1726:2012 tabel 5. Parameter respon spectral percepatan gempa MCE_R ditentukan dalam SNI 1726:2012 pasal 6.2. Parameter percepatan spectral desain sesuai SNI 1726:2012 pasal 6.3. Menentukan kategori desain seismik sesuai dalam SNI 1726:2012 pasal 6.5 dan tabel 6.

2.4 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dirancang dengan menggunakan konsep perencanaan kapasitas yaitu *Strong Column Weak Beam* yang merancang kolom sedimikian rupa agar bangunan dapat merespon beban gempa dengan mengembangkan mekanisme sendi plastis pada balok-baloknya dan dasar kolom. Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) menurut SNI 1727:2012 digunakan untuk wilayah gempa dengan resiko kegempaan tinggi (KDS D, E dan F). Rangka momen khusus (*Special moment frame)* adalah rangka cor ditempat yang memenuhi persyaratan 21.1.3 sampai 21.1.7, 21.5 sampai 21.7, atau rangka practeak yang memenuhi persyaratan 21.1.3 sampai 21.1.7 dan 21.5 sampai 21.8. Sebagai tambahan , persyaratan untuk rangka momen biasa harus dipenuhi SNI 2847:2013

2.5 Struktur Sekunder

Struktur sekunder pada gedung hotel Alimar terdiri dari tangga dan pelat lantai,. Perencanaan pelat terdiri dari dua jenis yaitu pelat dua arah dan satu arah. Perencanaan pelat satu arah diatur pada SNI 2847:2013 pasal 9.5.2 dan perencanaan pelat dua arah diatur dalam SNI 2847:2013 pasal 9.5.3. Perencanaan tangga harus sesuai dengan beban yang diatur dalam SNI 1727:2013 pasal 4.5.4 dan untuk penulangan pada pelat anak tangga dan pelat bordes menggunakan perhitungan sesuai dengan prinsip perhitungan perencanaan pela

2.6 Struktur Primer

Struktur primer pada gedung hotel alimar terdiri dari balok dan kolom. Mutu beton (f_c') berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.1.4.2 tidak boleh kurang dari 20 Mpa. Perencanaan dimensi struktur balok harus sesuai dengan SNI 2847:2013 tabel 9.5.(a) dan komponen struktur lentur balok harus sesuai SNI 2847:2013 pasal 21.5. Tulangan longitudinal balok harus memenuhi persyaratan pasal 21.5.2, persyarat tulangan transversal pasal 21.5.3 dan persyaratan kekuatan geser pasal 21.5.4. Perencanaan struktur kolom harus sesuai pasal 21.6 SNI 2847:2013. Tulangan memanjang kolom harus memenuhi persyaratan pasal 21.6.3, persyaratan tulangan transversal pasal 21.6.4 dan persyaratan kekuatan geser pasal 21.6.5. Persyaratan hubungan balok kolom harus memenuhi pasal 21.7 SNI 2847:2013.

“Halaman ini sengaja dikosongkongkan”

BAB III
METODOLOGI

3.1 Umum

Bab III yang merupakan metodologi menjelaskan urutan dalam modifikasi perancangan struktur bangunan gedung hotel Alimar dengan menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

3.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data proyek yang diperlukan berupa :

3.2.1 Data Umum Proyek

Nama Bangunan : Hotel Alimar

Fungsi Bangunan : Hotel

Luas Bangunan : 900 m^2

Jumlah Lantai : 6 Lantai

Perencanaan Struktur :Beton bertulang dengan metode SRPMM

3.2.2 Data Modifikasi

Nama Bangunan : Hotel Alimar

Fungsi Bangunan : Hotel

Luas Bangunan : 900 m^2

Jumlah Lantai : 8 Lantai

Perencanaan Struktur : Beton bertulang dengan metode SRPMK

3.2.3 Data Tanah

Data tanah yang digunakan adalah laporan penyelidikan tanah oleh DATA PERSADA di Surabaya Timur. Data tanah

berupa SPT *(Standart Penetration Test)* yang nantinya digunkan untuk menentukan kategori desain seismik dan merencanakan struktur pondasi.

3.3 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi referensi berupa peraturan, buku penunjang dan laporan terdahulu yang berkaitan dengan perencanaan proyek akhir terapan

3.3.1 Peraturan Perancangan

1. SNI 2847:2013 Persyaratan beton struktual untuk bangunan gedung

2. SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

3. SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain.

3.3.2 Literatur yang berkaitan

1. Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang *(Iswandi Imran dan Fajar Hendrik)*

2. Desain Pondasi Tahan Gempa *(Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti)*

3.4 Preliminary Design

3.4.1 Perencanaan tebal pelat tangga

Perhitungan perencanaan dimensi tangga adalah sebagi berikut :

- Syarat sudut kemiringan
  $25^o \leq \alpha \leq 40^o$
- Sudut kemiringan tangga α
  $\alpha = \arctan \frac{t}{1}$
- Jumlah tanjakan

$$nt = \frac{tinggi\ tangga}{t}$$

- Jumlah injakan
  $n_i = n_t - 1$
- Tebal efektif tangga
  $L\Delta_1 = L\Delta_2$
  $$\frac{1}{2}\ x\ i\ x\ t = \frac{1}{2}\ x\ \left(\sqrt{i^2 + t^2}\right)\ x\ d$$

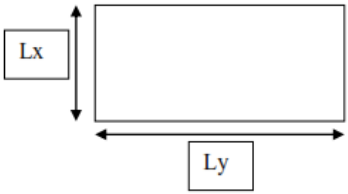
  Maka tebal efektif pelat tangga

  Tebal pelat tangga rencana $+\frac{1}{2}d$

3.4.2 Perencanaan tebal pelat lantai

1. Perencanaan tebal pelat lantai

- Pelat satu arah *(one way slab)*



Apabila $\frac{Ly}{Lx} > 2$, maka termasuk pelat satu arah, dimana Lx adalah bentang pendek dan Ly adalah bentang panjang, sehingga tebal minimum untuk pelat satu arah diatur sesuai pasal 9.5.2.1 SNI 2847:2013.

Tabel 3.1 Tabel minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

	Tebal minimum h

Komponen Struktur	Tertumpu Sederhana	Satu Ujung Menerus	Kedua Ujung Menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar.			
Pelat Masif satu arah	l/20	l/24	l/28	l/10
Balok atau pelat rusuk satu arah	l/16	l/8.5	l/21	l/8

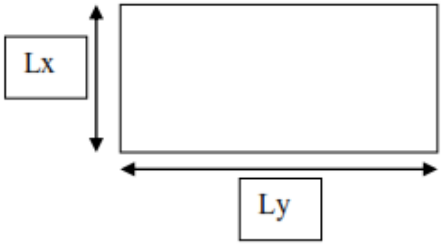
CATATAN :

Panjang bentang dalam mm.

Nilai yang diberikan harus langsung digunakan untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan mutu 420 Mpa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasi sebagai berikut :

(a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis *(equilibrium density)* w_c diantara 1440 sampai 1840 kg/m^3, nilai tadi harus dikalikan dengan (1,65-0,0003 w_c) tetapi tidak kurang dari 1,09.
(b) Untuk fy selain 420 Mpa, nilainnya harus dikalikan dengan (0,4 +fy/700)

- Pelat dua arah *(two way slab)*



Apabila $\frac{Ly}{Lx} < 2$, maka termasuk pelat dua arah, dimana Lx adalah bentang pendek dan Ly adalah bentang panjang, sehingga tebal minimum untuk pelat satu arah diatur sesuai pasal 9.5.3.3 SNI 2847:2013. Tebal minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisisnya harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

a. Untuk a_m yang sama atau lebih kecil 0,2 harus menggunakan tabel minimum pelat tanpa balok interior yang menghubungkan tumpuan-tumpuannya dan mempunyai rasio bentang panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari dua dan tidak boleh kurang dari nilai berikut :
   - Pelat tanpa penebalan > 125 mm
   - Pelatm dengan penebalan > 100 mm

Tabel 3.2 Tebal minimum pelat tanpa balok interior

Tegangan leleh, fy Mpa *	Tanpa penebalan **			Dengan Penebalan **		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel Interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir ***		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir ***	
280	ln/33	ln/36	ln/36	ln/36	ln/40	ln/40

420	ln/30	ln/33	ln/33	ln/33	ln/36	ln/36
520	ln/28	ln/31	ln/31	ln/31	ln/34	ln/34

Untuk konstruksi dua arah, ln adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang diukur muka ke muka tiumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.

* Untuk fy antara nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum pada pelat tanpa harus ditentukan dengan interpolasi linier

** Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5

*** Pelat dengan balok diantara kolom kolomnnya disepanjang tepi eksterior. Nilai untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8.

b. Untuk a_m lebih besar dari 0,2 tidak lebih 2,0h, ketebalan pelat minimum harus memenuhi persamaan berikut

$$h = \frac{ln\left(0{,}8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 5\beta(am - 0{,}2)}$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm.

c. Untuk a_m lebih besar dari 2h, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari persamaan berikut

$$h = \frac{ln\left(0{,}8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 9\beta}$$

d. Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekuatan a_1 tidak kurang dari 0,8 atau sebagai alternatif ketebalan minimum yang ditentukan persamaan 9.12 dan 9.13 harus dinaikkan

paling tidak 10% pada panel dengan tepi yang tidak menerus.

3.4.3 Perencanaan dimensi balok

Dalam menentukan tinggi balok dapat menggunakan peraturan SNI 2847:2013 Tabel 9.5(a) dan pasal 21.5.1.1 sampai 21.5.1.4 sebagai berikut :

Tabel 3.3 Tabel minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

	Tebal minimum h			
Komponen Struktur	Tertumpu Sederhana	Satu Ujung Menerus	Kedua Ujung Menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar.			
Pelat Masif satu arah	l/20	l/24	l/28	l/10
Balok atau pelat rusuk satu arah	l/16	l/8.5	l/21	l/8

CATATAN :

Panjang bentang dalam mm.

Nilai yang diberikan harus langsung digunakan untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan mutu 420 Mpa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasi sebagai berikut :

(a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis *(equilibrium density)* w_c diantara 1440 sampai 1840 kg/m^3, nilai tadi harus dikalikan dengan (1,65-0,0003 w_c) tetapi tidak kurang dari 1,09.

(b) Untuk fy selain 420 Mpa, nilainnya harus dikalikan dengan (0,4 +fy/700)

- Untuk menetukan nilai dimensi tinggi (h) pada balok sebagai berikut :
  a. Dimensi tinggi (h) pada balok induk
     $$h \geq \frac{1}{16}\, l \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$$
     jika fy selain 420 Mpa
  b. Dimensi tinggi (h) pada balok anak
     $$h \geq \frac{1}{21}\, l \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$$
     jika fy selain 420 Mpa
  c. Dimensi tinggi (h) pada balok kantilever
     $$h \geq \frac{1}{21}\, l \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$$
     jika fy selain 420 Mpa
- Untuk menentukan dimensi lebar (b) didapt dari nilai 2/3 dari tinggi (h) pada balok yang telah dihitung

Syarat dimensi penampang balok

Sebuah komponen struktur lentur bagian dari SRPMK, harus memenuhi kriteria yang diterapkan di dalam SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 sampai 21.5.1.4 sebagai berikut :

- Gaya tekan aksial terfaktor P_u tidak lebih dari $A_g f_c'/10$ ($P_u \leq A_g f_c'/10$)
- Panjang bentang bersih ln harus lebih besar dari 4 kali tinggi efektif. ($ln \geq 4d$)
- Lebar penampang b_w tidak kurang dari 0,3 kali tinggi penampang namun tidak boleh kurang dari 250 mm ($b_w \geq 0{,}3h$ atau 250 mm)
- Lebar penampang b_w tidak boleh melebihi lebar kolom pendukung ditambah nilai terkecil dari lebar kolom atau ¼ kali dimensi kolom dalam arah sejajar komponen lentur.

3.4.4 Perencanaan dimensi kolom

Untuk menentukan dimensi kolom sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 8.10 dan syarat dimensi penampang sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 21.6.1.

$$\frac{I\ kolom}{L\ kolom} \geq \frac{I\ balok}{L\ balok}$$

Keterangan :

I kolom = Inersia kolom (1/12 x b x h^3)

L kolom = Tinggi bersih kolom

I balok = Inersia balok (1/12 x b x h^3)

Lbalok = Tinggi bersih balok

Syarat dimensi penampang kolom

- Persyaratan dari sub pasal ini berlaku untuk komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan yang menahan gaya tekan aksial terfaktor P_u akibat sembarang kombinasi beban yang melebihi $A_g f_c'/10$. Komponen struktur rangka ini harus juga memenuhi kondisi dari 21.6.1.1 dan 21.6.1.2.
- Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm.
- Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.

3.5 Analisis Pembebanan

3.5.1 Beban mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan

komponen arsitektural dan struktual lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk keran. (SNI 1727:2013)

3.5.2 Beban hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati. (SNI 1727:2013)

3.5.3 Beban angin

Bangunan gedung dan struktur lain, termasuk sistem penahan beban angin utama (SPBAU) dan seluruh komponen dank lading gedung, harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti ditetapkan menurut pasal 26 sampai dengan pasal 31. Ketentuan dalam pasal ini mendefinisikan parameter angin dasar untuk digunakan dengan ketentuan lainnya yang terdapat dalam standar SNI 1727:2013 pasal 26.

3.5.4 Beban gempa

Beban gempa pada perancangan struktur hotel alimar mengacu pada peraturan SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

1. Kategori resiko struktur bangunan
   Kategori resiko struktur bangunan berdasarkan jenis pemanfaatan sesuai dengan kriteria SNI 1726:2012 tabel 1. Faktor keutamaan gempa (I_e) diperoleh dari SNI 1726:2012 tabel 2.
2. Klasifikasi situs
   Klasifikasi suatu situs untuk memberikan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Kelas situs diperoleh dari data tanah bangunan, pada SNI 1726:2012 dijelaskan cara menentukan klasifikasi situs.
3. Kecepatan rata-rata gelombang geser (V_s)

Nilai V_s harus ditentukan sesuai dengan perumusan berikut :

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} di}{\sum_{i=1}^{n} \frac{di}{Vsi}}$$

Keterangan :

di = tebal lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter

V_{si} = Kecepatan gelombang geser lapisan *I* dinyatakan dalam meter per detik

$\sum_{i=1}^{n} di$ = 30 meter

4. Tahanan penetrasi standar lapangan (*N*)

   Tahanan penetrasi standar lapangan (*N*) dan tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non kohesif (N_{ch}). Nilai *N* dan N_{ch} harus ditentukan sesuai dengan perumusan berikut :

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n} di}{\sum_{i=1}^{n} \frac{di}{Ni}}$$

   Dimana *N* dan d_i dalam persamaan 2.2 berlaku untuk tanah non kohesif, tanah kohesif dan lapisan batuan.

$$N_{ch} = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^{n} \frac{di}{Ni}}$$

   Dimana N_i dan d_i dalam persamaan 2.3 berlaku untuk lapisan tanah kohesif non kohesif, $\sum_{i=1}^{n} di = ds \sum_{i=1}^{n} di = ds$, dimana ds adalah ketebalan total dari lapisan tanah non kohesif di 30 meter lapisan paling atas. N_i adalah tahanan penetrasi standar 60 persen energy (N_{60}) yang terukur langsung dilapangan tanpa koreksi, dengan nilai tidak lebih dari 305 pukulan/meter.

5. Parameter respon spectral percepatan gempa S_s dan S_1

   Parameter respon spectral percepatan gempa dasar S_s dan S_1 ditentukan berdasarkan lokasi pembangunan gedung

yang sudah dipetakan dalam SNI 1726:2012 gambar 9 dan gambar 10.

6. Faktor amplikasi getaran
   Koefesien situs F_a dan F_v diperoleh dari SNI 1726:2012 tabel 4 dan tabel 5.
7. Parameter percepatan spectral desain
   Parameter percepatan spectral desain untuk periode pendek S_{DS} dan pada periode 1 detik ,S_{D1} harus ditentukan dalam SNI 1726:2012 pasal 6.3 melalui perumusan berikut ini :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

8. Kategori Desain Seismik (KDS)
   Kategori desain seismic berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 6.5 dan tabel 6, digunakan untuk menentukan jenis rangka pemikul momen yang digunakan.

Tabel 3.4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai Sds	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
Sds < 0,167	A	A
0,167≤ Sds <0,33	B	C
0,33≤ Sds <0,50	C	D
0,50≤Sds	D	D

9. Spektrum respons desain
   Bila spectrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik situs tidak digunakan, maka kurva spectrum respon s desain harus dikembangkan dengan mengacu SNI 1726:2012 pasal 6.4 dan gambar 1 dengan ketentuan sebagai berikut :

- Untuk perioda yang lebih kecil dari T_0 , spectrum respons percepatan desain S_a harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS}\left(0.4 + 0.6\ \frac{T}{T_0}\right)$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spectrum respons percepatan desain S_a sama dengan S_{DS}
- Untuk periode lebih besar dari T_S , spectrum respons percepatan desain S_a diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Keterangan :

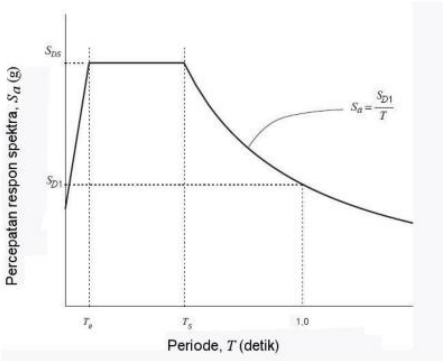
S_{DS} = parameter respons spectral percepatan desain pada periode pendek

S_{D1} = parameter respons spectral percepatan desain pada periode 1 detik

T = periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0.2\ \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$



Gambar 3.1 Spektrum respons desain

3.6 Analisis Struktur

Perhitungan struktur bangunan menggunakan analisis sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan menggunakan program software SAP 2000. Komponen seperti kolom,balok, pelat, sloof, tangga, atap dan pondasi dimodelkan menggunakan SAP 2000. Dasar perletakkan permodelan struktur menggunakan perletakkan jepit.

3.7 Analisis Gaya Dalam

Gaya dalam adalah gaya-gaya yang muncul pada suatu elemen struktur akibat dari munculnya beban yang diterima oleh elemen struktur. Gaya dalam yang menyebabkan kelenturan adalah gaya momen. Komponen struktur yang menerima gaya tegak lurus dengan arah sumbu batang adalah gaya lintang. Komponen struktur yang menerima gaya searah dengan sumbu batang adalah gaya normal.

Nilai-nilai gaya batang dalam didapatkan dari program SAP 2000 dengan kombinasi pembebanan untuk metode ultimit sesuai dengan SNI 1727:2013 pasal 2.3.2 sebagai berikut:

1. U = 1,4D

2. U = 1,2D + 1,6L + 0.5(L_r atau R)
3. U = 1,2D + 1,6(L_r atau R) + (1,0L atau 0,5W)
4. U = 1,2D + 1,0W + 1,0L +0,5(L_r atau R)
5. U = 1,2D + 1,0E + 1,0L
6. U = 0,9D + 1,0W
7. U = 0,9D + 1,0E

Kombinasi beban untuk metode tegangan ijin (untuk perencanaan pondasi) SNI 1727:2013 pasal 2.4.1 sebagai berikut :

1. D
2. D + L
3. D + (Lr atau R)
4. D +0.75 L +0.75 (Lr atau R)
5. D +(0.6 W atau 0.7 E)
6. D + 0.75 (0.6W atau 0.7E) +0.75L +0.75 (Lr atau R)
7. 0.6D + 0.6W
8. 0.6D + 0.7W

Dimana : D = Beban mati
L = Beban Hidup
E = Beban Gempa
R = Beban Hujan
L_r = Beban Hidup Atap
W = Beban Angin

3.8 Perhitungan Penulangan Struktur Sekunder

3.8.1 Pelat Lantai

1. Perhitungan tulangan lentur pelat

Langkah-langkah perhitungan untuk mencari tulangan pelat :

- Mencari momen nominal

$$Mn = \frac{Mu}{\emptyset}$$

- Mencari rasio tulangan

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2}$$

$$m = \frac{fy}{0.85\, fc'}$$

$$\rho_s = \frac{0.85\, \beta\, fc'}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0.75\rho_s$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{fy}$$

- Mencari rasio tulangan yang dibutuhkan

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

- Menentukan luas tulangan (As)

$$\rho = \frac{As}{bd} \qquad As = \rho bd$$

Jika ρ perlu < ρ min maka ρ perlu dinaikan 30% sehingga :

- ρ pakai = 1,3 x ρ perlu
- As= ρ perlu x b x d

Bila ρ perlu > ρ min maka dimensi pelat diperbesar.

2. Syarat tulangan maksimum dan minimum pelat dua arah

SNI 2847:2013 mensyaratkan tulangan minimum dan maksimum pelat dua arah sebagai berikut :

- Spasi tulangan *s*, pada daerah momen maksimum positif dan negatif dibatasi ≤*2h* (SNI pasal 13.3.2) dan *s*≤ 450mm.
- Tulangan minimum pelat dua arah adalah sama dengan syarat tulangan minimum untuk susut dan suhu (SNI pasal 7.12.2.1), yaitu $A_{s(min)}$ *=0.0018bh* untuk *fy*= 400 Mpa.

Untuk tulangan maksimum , nilainnya dibatasi $A_{s(max)}$ = 0.75 $A_{s(bal)}$.

3.8.2 Pelat Tangga

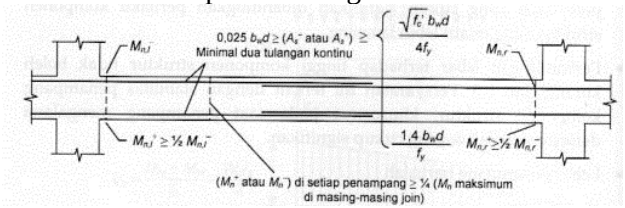
Langkah-langkah dalam perencanaan penulangan pelat tangga sama dengan langkah-langkah dalam perencanaan penulangan pelat lantai.

3.9 Perhitungan Penulangan Struktur Primer

3.9.1 Balok

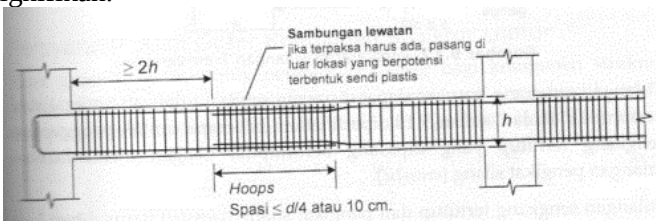
1. Persyaratan tulangan lentur balok

- Masing-masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan yaitu $\left(0.25 b_w d\sqrt{fc}\right)/f_y$ atau $(1.4 b_w d)/f_y$ dengan $b_w\ dan\ d$ masing-masing adalah lebar dan tinggi efektif penampang komponen lentur. Rasio tulangan lentur maksimum ρ_{maks} juga dibatasi sebesar 0.025. Selain itu, penampang harus terpasang secara menerus minimum dua batang tulangan atas dan tulangan bawah.
- Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih besar atau sama dengan setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negative dan positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari serperempat kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.



Gambar 3.2 Persyaratan tulangan lentur

- Sambungan lewatan untuk penyambungan tulangan lentur harus diberi tulangan spiral atau sengkang tertutup disepanjang sambungan. Pemasangan tulangan spiral harus atau sengkang tertutup ini penting untuk mengekang beton di daerah sambungan dan mengantisipasi terkelupasnnya selimut beton di daerah sambungan dan mengantisipasi terkelupasnnya selimut beton pada saat penampang mengalami deformasi inelastic yang signifikan.



Gambar 3.3 Persyaratan sambungan lewatan

- Sambungan lewatan tidak boleh digunakan pada
  (a) Daerah hubungan balok kolom
  (b) Daerah hingga jarak dua kali tinggi *h* dari muka kolom dan
  (c) Lokasi-lokasi yang berdasarkan hasil analisis memperlihatkan kemungkinan terjadinnya leleh lentur akibat perpindahan lateral ineslatis struktur portal bangunan.

2. Perhitungan tulangan lentur balok

a. Menentukan momen tumpuan dan lapangan pada balok diperoleh dari output SAP 2000.
b. Tinggi efektif balok

$$d = b_w - decking - \emptyset sengkang - \frac{1}{2}\emptyset tul.utama$$

c. Cek As rencana

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset\, fy\, j\, d}$$

d. Tinggi blok tegangan ekuivalen aktual

$$a = \frac{A_s fy}{0.85\, fc' b}$$

e. Cek momen nominal actual

$$\emptyset M_n = \emptyset A_s fy \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

f. Cek A_{smin}

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{fc'}}{4fy}\, b_w\, d$$

Tidak boleh kurang dari

$$\frac{1.4}{fy} b_w d$$

g. Cek rasio tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d}$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85 fc'}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

Batas tulangan maksimum berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1 adalah 0.025

h. Cek *tension controlled*

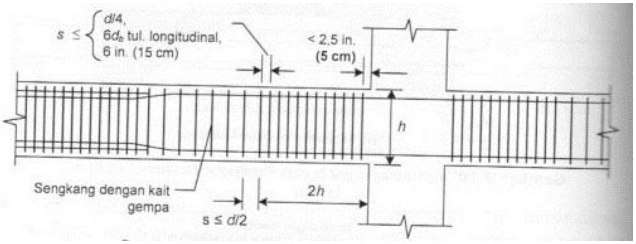
$$\frac{a}{d} < \frac{a_{dt}}{d} = 0.375\beta_1$$

Desain tulangan *under reinforced*

3. Persyaratan tulangan geser

- Sengkang tertutup harus dipasang pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari muka tumpuan, disepanjang daerah dua kali tinggi balok pada sisi dari suatu penampang yang berpotensi membentuk sendi plastis.

- Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi.
- d/4
- enam kali diameter terkecil tulangan memanjang
- 150 mm.



Gambar 3.4 Persyaratan tulangan transversal

3. Perhitungan tulangan geser

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u\, l_n}{2}$$

Keterangan :

V_e = gaya geser ultimit balok akibat gempa

M_{pr1} = *probable moment* diperletakkan 1 akibat goyangan ke kiri atau ke kanan

M_{pr2} = *probable moment* diperletakkan 1 akibat goyangan ke kanan atau ke kiri

W_u = 1.2 D +1.6 L pengaruh gaya beban gravitasi

l_n = panjang bentang bersih balok

Tulangan transversal harus dirancang untuk menahan kuat geser perlu dengan mengangap kontribusi penampang beton dalam menahan gaya geser (V_e)=0 selama :

- Gaya geser akibat gempa mewakili setengah setengah atau lebih dari kuat geser perlu maksimum disepanjang daerah tersebut.
- Gaya aksial tekan terfaktor pada penampang , termasuk akibat gempa lebih kecil dari $A_g f_c'/20$.

Menentukan spasi tulangan balok

a. Kekuatan geser nominal

$$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c$$

b. Maksimum V_s

$$V_{smax} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} b_w d$$

c. Spasi tulangan

$$s = \frac{A_v fyd}{V_s}$$

3.9.2 Kolom

1. Persyaratan tulangan lentur kolom

- $\Sigma M_{nc} \geq (1.2)\ \Sigma\ M_{nb}$

ΣM_{nc}= jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka kedalam joint yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung gaya aksial terfaktor , konsisiten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.

$\Sigma\ M_{nb}$ = jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Pada konstruksi balok T bilamana slab dalam kondisi Tarik akibat momen-momen di muka joint tulangan slab efektif yang didefinikan dalam 8.12 harus di asumsikan menyumbang M_{nb} jika tulangan slab disalurkan pada penampang kritis untuk lentur.

- Rasio penulangan dibatasi minimum tidak boleh kurang dari 0.01 dan maksimum tidak boleh lebih dari 0.06
- Sambungan mekanis harus memenuhi 21.1.6 dan sambungan las harus memenuhi 21.1.7
- Pada kolom dengan sengkang tertutup bulat jumlah batang tulangan longitudinal minimum harus 6
- Sambungan lewatan hanya diizinkan dilokasi setengah panjang elemn struktur yang berada ditengah, direncanakan sebagai sambungan lewatan tarik dan harus diikat dengan tulangan spiral atau sengkap tertutup.

2. Perhitungan tulangan lentur kolom

a. Gaya aksil terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi $A_g fc'/10$
b. Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300mm
c. Rasio dimensi penampang *b/h* tidak kurang dari 0.4
d. Rasio tulangan ρ_g tidak kurang dari 0.01 dan tidak lebih dari 0.06

$$\rho_g = \frac{A_g}{b\ d}$$

e. Cek kuat kolom $ØM_n$ harus memenuhi $\Sigma M_{nc} \geq (1.2)\ \Sigma\ M_{nb}$
ΣM_{nc} = jumlah M_n dua kolom yang bertemu di join.
ΣM_{nb} = jumlah M_n dua balok yang bertemu di join.
f. Kontrol Diagram Kolom Interaksi dengan menggunakan PCACOL.

3. Perhitungan tulangan pengekang

a. Total luas penampang sengkang tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara :

$$A_{sh} = 0.3\ \left(\frac{sb_c fc\prime}{fyt}\right)\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \qquad \text{dan}$$

$$A_{sh} = \frac{0.09 s b_c f c'}{f y t}$$

b. Spasi maksimum adalah yang terkecil di antara
   - ¼ dimensi penampang kolom terkecil
   - 6 kali diameter tulangan longitudinal
   - S_0 menurut persamaan

     $$S_0 \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

   Namun S_0 tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu lebih kecil dari 100mm.

c. Tulangan sengkang tersebut diperlukan sepanjang l_0 dari ujung-ujung kolom, l_0 dipilih yang terbesar antara :
   - Tinggi elemen kolom *h* di join
   - 1/6 tinggi bersih kolom
   - 450mm

4. Perhitungan penulangan geser

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{l_u}$$

Keterangan :

M_{nt}= Momen nominal atas

M_{nb}= momen nominal bawah

a. Kuat geser tulangan geser :

$$V_{smin} = \frac{1}{3} b\ d$$

$$V_{smax} = \frac{2\sqrt{f c}}{3} b_w d$$

b. Cek kondisi penulangan geser :

- Kondisi 1 :
  $V_u \leq 0.5\ Ø\ V_c$ -> tidak perlu tulangan geser
- Kondisi 2 :
  $0.5\ Ø\ V_c \leq V_u \leq Ø\ V_c$ -> tulangan geser minimum.
- Kondisi 3
  $Ø\ V_c \leq V_u \leq Ø\ (V_c + V_{s\ min})$ -> perlu geser minimum
- Kondisi 4
  $Ø\ (V_c + V_{s\ min}) \leq V_u \leq (V_c + V_{s\ max})$->tulangan geser
- Kondisi 5
  $Ø(V_c + V_{s\ max}) \leq V_u \leq (V_c + 2\ V_{s\ max})$ ->tulangan geser

c. Untuk bentang di luar l_0

$$V_c = 0.17\left(1 + \frac{N_u}{14A_s}\right)\lambda\sqrt{fc'}b_w d$$

Keterangan :

N_u= gaya tekan aksial tekecil dari ke -9 kombinasi pembebanan

λ= untuk beton normal SNI 2847:2013 pasal 8.6.1

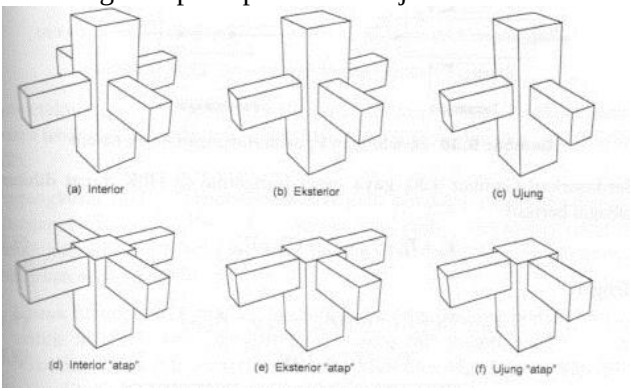
3.10 Perencanaan *Joint* Rangka Momen Khusus

1. Persyaratan umum

- Gaya-gaya pada tulangan balok longitudinal di muka joint harus ditentukan dengan mengasumsikan bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah *1.25fy*
- Faktor reduksi untuk perencanaan join dapat diambil sebesar 0.8
- Untuk beton normal, dimensi kolom pada hubungan balok kolom dalam arah parallel tulangan longitudinal balok minimal 20 kali diameter tulangan longitudinal pada balok.
- Untuk beton ringan, dimensi minimum adalah 26 kali diameter

2. Persyaratan tulangan transversal

- Tulangan transversal seperti sengkang tertutup yang dipasang pada daerah sendi plastis kolom harus dipasang juga didaerah hubungan balok-kolom (HBK), kecuali bila hubungan tersebut dikekang oleh komponen-komponen struktur balok yang merangka padannya.
- Bila ada balok-balok dengan lebar setidak-tidaknnya tiga per empat (3/4) lebar kolom merangka pada keempat sisi HBK maka tulangan transversal yang harus dipasang di daerah join hanyalah setengah (1/2) dari yang dipasang di daerah sendi plastis kolom.
- Tulangan transversal ini harus dipasang mulai dari sisi terbawah balok yang merangka ke hubungan tersebut, spasi tulangan dapat diperbesar menjadi 150mm



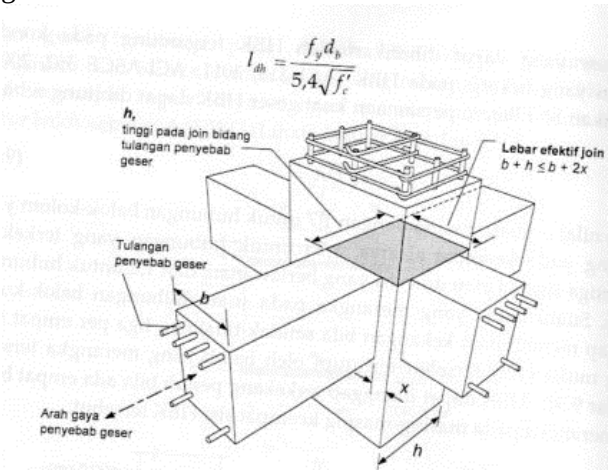
Gambar 3.5 Jenis hubungan balok kolom

3. Kekuatan geser

- Untuk beton berat normal V_n *joint* tidak boleh diambil yang lebih besar dari nilai yang ditetapkan dibawah :
  Untuk *joint* yang terkekang oleh balok-balok pada semua empat muka $1.7\sqrt{fc'A_j}$

Untuk *joint* yang terkekang oleh balok-balok pada tiga muka atau pada dua muka yang berlawanan $1.2\sqrt{fc'A_j}$
Untuk kasus-kasus lainnya $1{,}0\sqrt{fc'A_j}$

- Luas efektif A_j dapat dihitung dengan hasil perkalian lebar efektif dan tinggi keseluruhan kolom *h*.
- Lebar joint efektif harus merupakan lebar keseluruhan kolom , kecuali bilamana balok merangka kedalam suatu kolom yang lebih lebar, lebar joint efektif tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari lebar balok ditambah tinggi joint dan dua kali jarak yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom.



Gambar 3.6 Luas efektif balok-kolom

4. Panjang penyaluiran batang tulangan dalam kondisi tarik

- Untuk tulangan diameter 10 mm hingga 36 mm, panjang penyaluran l_{dh} untuk tulangan tarik dengan kait standar 90° dalam beton normal tidak boleh diambil lebih kecil dari $8d_b$, 150 mm dan nilai yang ditentukan persamaan :

$$ld_h = \frac{fyd_b}{5.4\sqrt{f'c}}$$

- Bila digunakan tulangan tanpa kait, untuk diameter 10 mm hingga 36 mm, panjang penyebaran tulangan tarik tidak boleh diambil lebih kecil dari :

a. Dua setengah (2.5) kali panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut kurang dari 300 mm
b. Tiga setengah (3.5) kali panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut melebihi 300 mm.

3.11 Perencanaan Struktur Bawah

1. Pondasi

- Perhitungan daya dukung tanah metode Meyer hoff

$$P_a = \left(\frac{q_c x A_p}{FK1}\right) + \left(\frac{\Sigma l_i\, f_i x A_{st}}{FK2}\right)$$

Keterangan :

P_a	= Daya dukung ijin tiang
q_c	= 20 N untuk slit/clay dan 40 N untuk sand
N	= Nilai N SPT
A_p	= Luas penampang tiang
A_{st}	= Keliling penampang tiang
l_i	= Panjang segmen tiang yang ditinjau
f_i	= gaya geser pada selimut tiang
	= N maksimum 12 ton/m^2, untuk slit/clay
	= N/5 maksimum 10 ton/m^2, untuk sand
FK1, FK2	= Faktor keamanan 3 dan 5

2. Perencanaan kebutuhan tiang pancang

Mengetahui gaya aksial dari output SAP, dengan kombinasi pembebanan yang telah diinput dan kombinasi yang digunakan adalah kombinasi ijin :

- D
- D + L
- D + (Lr atau R)
- D +0.75 L +0.75 (Lr atau R)
- D +(0.6 W atau 0.7 E)
- D + 0.75 (0.6W atau 0.7E) +0.75L +0.75 (Lr atau R)
- 0.6D + 0.6W
- 0.6D + 0.7W

  Kemudian dipakai gaya aksial yang terbesar (P_{max}) dari kombinasi-kombinasi pembebabanan ijin yang belum ditambahkan dengan berat sendiri poer, maka jumlah tiang pancang (n) :

$$n = \frac{P_{max}}{P_{ijin}}$$

3. Efisiensi kelompok tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse-Labbarre* dari *Uniform Building Code AASHTO* adalah :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

$$\theta = arc\ tg\ \frac{D}{S}$$

Keterangan :

E_g = efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg (D/s) (derajat)

D = ukuran penampang tiang

S = jarak antara tiang (as ke as)

m = jumlah tiang dalam 1 kolom

n = jumlah tiang dalam 1 baris

4. Poer

a. Perhitungan tulangan poer :

- Rencanakan ketinggian *h* poer
- Mencari momen nominal

$$Mu = (P\ x) - (\frac{1}{2} q l^2)$$

- Mencari rasio tulangan

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2}$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'}$$

$$\rho_s = \frac{0.85\ \beta\ fc'}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0.75\rho_s$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{fy}$$

- Mencari rasio tulangan yang dibutuhkan

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

- Menentukan luas tulangan (As)

$$\rho = \frac{As}{bd} \qquad As = \rho bd$$

Jika ρ perlu < ρ min maka ρ perlu dinaikan 30% sehingga :

- ρ pakai = 1,3 x ρ perlu
- As= ρ perlu x b x d

Bila ρ perlu > ρ min maka dimensi pelat diperbesar.

b. Penulangan Geser Poer

Untuk perencanaan poer, nilai Vc harus diambil sebagai nilai terkecil dari persamaan-persamaan berikut SNI 03-2847-2013, Pasal 11.1.2.1

$$\text{Vc} = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{fc'}\ \text{bo d}$$

$$\text{Vc} = 0{,}083\left(2 + \frac{as.d}{bo}\right)\lambda\sqrt{fc'}\ \text{bo d}$$

$$\text{Vc} = 0{,}33\lambda\sqrt{fc'}\ \text{bo d}$$

Cek kondisi perencanaan geser menurut SNI 03-2847-2013, Pasal 11.1.1

φ. Vc > Vu

jika tidak memenuhi syarat maka harus perbesar penampang

3.12 Gambar Rencana

1. Gambar Arsitektur
   a. Gambar denah
   b. Gambar tampak
2. Gambar Sruktual
   a. Gambar Potongan
      - Potongan melintang
      - Potongan memanjang
   b. Gambar Denah
      - Denah Balok
      - Denah Pelat
      - Denah Sloof
      - Denah Atap
      - Denah Pondasi
   c. Gambar Penulangan
      - Gambar penulangan balok
      - Gambar penulangan kolom

- Gambar penulangan pelat
- Gambar penulangan tangga
- Gambar penulangan pondasi
- Gambar penulangan hubungan balok kolom

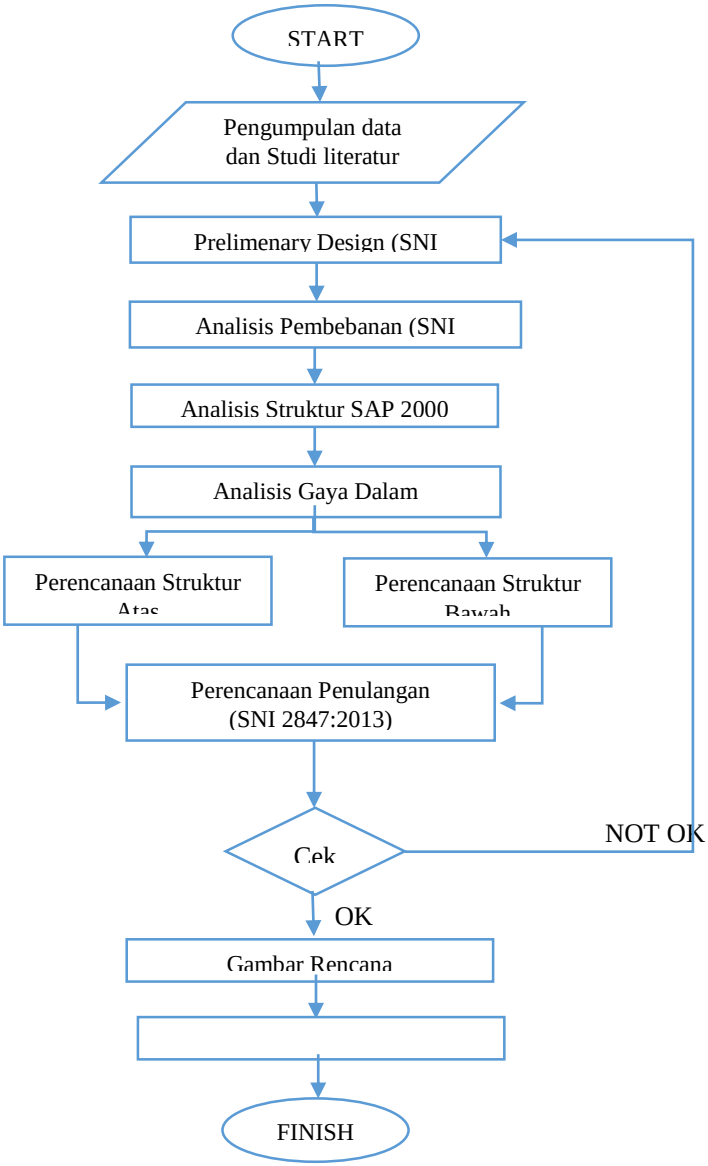
d. Gambar Detail
- Gambar detail panjang penyaluran
- Gambar detail sambungan
- Gambar detail poer dan pondasi

3.13 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang akan dibahas dalam tugas akhir terapan ini adalah alur pekerjaan struktur atas yang terdiri dari :

1. Kolom
   a. Pembesian kolom
   b. Bekisting kolom
   c. Pengecoran kolom
2. Balok
   a. Bekisting balok
   b. Pembesian balok
   c. Pengecoran balok
3. Pelat
   a. Bekisting pelat
   b. Pembesian pelat
   c. Pengecoran pelat
4. Tangga

3.14 Diagram Alir Metodologi



3.15 Jadwal Penyusunan Proyek Akhir

No.	Jenis Kegiatan	November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Pengumpulan data	■	■																														
2	Penyusunan proposal TA		■	■	■	■	■																										
3	Pengumpulan proposal TA							■																									
4	Seminar proposal TA							■																									
5	Penentuan preliminary desain								■	■	■																						
	a. Pelat								■	■	■																						
	b. Balok								■	■	■																						
	c. Kolom								■	■	■																						
	d. Tangga								■	■	■																						
6	Permodelan struktur								■	■	■	■	■																				
7	Analisis gaya dalam								■	■	■	■	■	■	■	■																	
8	Perhitungan penulangan struktur atas																■	■	■	■													
9	Perhitungan penulangan struktur bawah																		■	■	■	■											
10	Kontrol Struktur																■	■	■	■	■	■	■	■									
11	Gambar akhir																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
12	Membuat metode pelaksanaan																									■	■	■	■	■	■		
14	Penyusunan laporan					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV
PRELIMENARY DESIGN

4.1 Data Desain Preliminary

Bahan yang digunakan untuk struktur gedung ini adalah beton bertulang dengan data-data sebagai berikut :

Tipe Bangunan	: Gedung Perhotelan
Letak Bangunan	: Dekat Pantai
Lebar Bangunan	: 14,8 m
Panjang Bangunan	: 33,1 m
Tinggi Bangunan	: 36,91 m
Mutu Beton (fc')	: 35 Mpa
Mutu Baja (fy) Tulangan Longitudinal	: 400 Mpa
Mutu Baja (fy) Tulangan Transversal	: 400 Mpa

4.2 Preliminary Desain Balok

Preliminary design balok bertujuan untuk memperkirakan lebar dan tinggi balok. Tinggi minimum balok (h_{min}) tanpa memperhitungkan lendutan ditentukan berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 9.5.2.2. Tabel 9.5(a). Lebar balok diestimasikan berkisar antara 1/2 - 2/3 tinggi balok.

$$h_{\min} = \frac{l}{16}$$

Untuk fy selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan (0,4 + fy/700). Jadi untuk mutu baja 400 Mpa , perhitungannya adalah sebagai berikut

$$h_{\min} = \left(\frac{l}{16}\right).\left(0,4 + \left(\frac{fy}{700}\right)\right)$$

4.2.1 Balok Induk (B1)

Dengan L (bentang balok) adalah 800 cm dapat diperhitungkan dimensi balok sebagai berikut :

a. Tinggi Balok (h)

$$h_{\min} = \left(\frac{l}{16}\right).\left(0,4 + \left(\frac{fy}{700}\right)\right)$$

$$h_{\min} = \left(\frac{800}{16}\right)\left(0,4 + \left(\frac{400}{700}\right)\right) = 48,5cm$$

Maka digunakan h untuk balok yaitu 75 cm

b. Lebar Balok

$$b = \frac{2}{3}.h = \frac{2}{3}.75cm = 50cm$$

Maka digunakan b untuk balok yaitu 50 cm

Maka digunakan dimensi balok induk (B1) adalah 75 cm x 50 cm

4.2.2 Balok Induk (B2)

Dengan L (bentang balok) adalah 800 cm dapat diperhitungkan dimensi balok sebagai berikut :

c. Tinggi Balok (h)

$$h_{\min} = \left(\frac{l}{16}\right).\left(0,4 + \left(\frac{fy}{700}\right)\right)$$

$$h_{\min} = \left(\frac{800}{16}\right)\left(0{,}4 + \left(\frac{400}{700}\right)\right) = 48{,}5cm$$

Maka digunakan h untuk balok yaitu 80 cm

d. Lebar Balok

$$b = \frac{2}{3}.h = \frac{2}{3}.80cm = 53{,}33cm$$

Maka digunakan b untuk balok yaitu 60 cm

Maka digunakan dimensi balok induk (B2) adalah 80 cm x 60 cm

4.2.3 Balok Anak (BA1)

Dengan L (bentang balok) adalah 800 cm dapat diperhitungkan dengan balok sebagai berikut :

a. Tinggi Balok (h)

$$h_{\min} = \left(\frac{800}{21}\right)\left(0{,}4 + \left(\frac{400}{700}\right)\right) = 37{,}01cm$$

Maka digunakan h untuk balok yaitu 50 cm

b. Lebar Balok (b)

$$b = \frac{2}{3}.h = \frac{2}{3}.60cm = 40cm$$

Maka digunakan b untuk balok yaitu 30 cm

Maka digunakan dimensi balok anak 1 (BA1) adalah 50 cm x 30 cm

4.2.4 Balok Anak (BA2)

Dengan L (bentang balok) adalah 400 cm dapat diperhitungkan dengan balok sebagai berikut :

c. Tinggi Balok (h)

$$h_{\min} = \left(\frac{400}{21}\right)\left(0,4 + \left(\frac{400}{700}\right)\right) = 18,05cm$$

Maka digunakan h untuk balok yaitu 40 cm

d. Lebar Balok (b)

$$b = \frac{2}{3}.h = \frac{2}{3}.40cm = 26,67cm$$

Maka digunakan b untuk balok yaitu 20 cm

Maka digunakan dimensi balok anak 2 (BA2) adalah 40 cm x 20 cm

Dari hasil perhitungan perencanaan awal desain balok direkapitulasi pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Preliminary Desain Balok

Tipe Balok	**Bentang (m)**	**H Pakai (cm)**	**B Pakai (cm)**
Balok Induk (B1)	8	75	50
Balok Induk (B2)	8	80	60
Balok Anak (BA1)	8	50	30
Balok Anak (BA2)	4	40	20

4.3 Preliminary Desain Pelat

Ketebalan pelat lantai diperkirakan : $t = \frac{\ell}{35}$. Namun, untuk memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari pelat harus memenuhi persyaratan SNI 03-2847-2013 pasal 9.5.3.2 – 9.5.3.3, yaitu:

1. αm ≤ 0.2 → Pasal 9.5.3.2 : h = 125 mm
2. 0.2 ≤ αm ≤ 2

$h = \frac{\ell n\left(0{,}8+\frac{fy}{1400}\right)}{36+5\beta\left(\alpha_{fm}-0{,}2\right)}$ dan tidak boleh kurang dari 125 mm

- αm > 2

$h = \frac{\ell n\left(0{,}8+\frac{fy}{1400}\right)}{36+9\beta}$ dan tidak boleh kurang dari 90 mm

Dimana :

ℓn = panjang bentang bersih (muka ke muka tumpuan)

β = rasio dimensi bentang bersih untuk pelat dua arah

α_{fm} = nilai rata-rata α_f untuk semua balok pada tepi panel

fy = mutu tulangan baja (MPa)

Berdasarkan bukunya "*Desain Beton Bertulang*, oleh *Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon*, menyatakan bahwa momen inersia dari penampang balok dengan flens terhadap sumbu putarnya senilai $I_b = k \times \frac{b_w \times h^3}{12}$ dengan nilai *k* sebagai berikut :

$$k = \frac{1+\left(\frac{be}{bw}\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4-6\left(\frac{t}{h}\right)+4\left(\frac{t}{h}\right)^2+\left(\frac{be}{bw}-1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1+\left(\frac{be}{bw}-1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

Dan $I_p = b_p \times \frac{t^3}{12}$

Dimana:

be = lebar efektif, harga minimum (cm)

bw = lebar badan balok (cm)

t = tebal rencana pelat (cm)

h = tinggi balok (cm)

Untuk menentukan tebal pelat diambil satu macam jenis pelat :

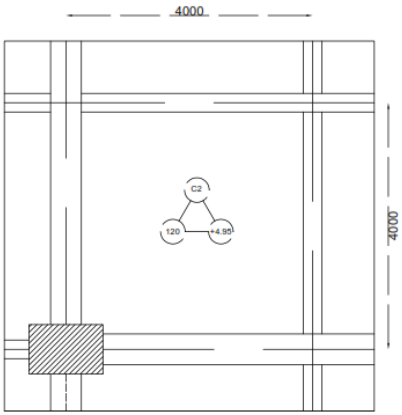
- Tipe Pelat 1 (PL1) dengan dimensi 400 cm x 400 cm sebagai berikut :

$$Ln = 400 - (\frac{50}{2} + \frac{30}{2}) = 360cm$$

$$Sn = 400 - (\frac{50}{2} + \frac{30}{2}) = 360cm$$

$$\beta = \frac{Ln}{Sn} = \frac{360}{360} = 1 < 2 \text{ (Pelat dua arah)}$$

Berikut pelat lantai bangunan yang akan ditinjau dalam contoh perhitungan preliminary desain :



Gambar 4.1 Panel pelat tipe C2

4.3.1 Kontrol Tebal Pelat

Tahapan penentuan tebal pelat lantai :

- Balok 75/50

  b = 500 mm
  h = 750 mm
  Ly = 4000 mm
  Lx = 4000 mm
  β = 1
  be = ¼ x 4000 = 1000 mm
  be = 8 x 120 = 960 mm
  be = ½ x 4000 = 2000 mm
  be = 912.5 mm

$$k = \frac{1+\left(\frac{96}{50}\right)\left(\frac{12}{75}\right)\left[4-6\left(\frac{12}{75}\right)+4\left(\frac{12}{75}\right)^2+\left(\frac{96}{50}-1\right)\left(\frac{12}{75}\right)^3\right]}{1+\left(\frac{96}{50}-1\right)\left(\frac{12}{75}\right)}$$

k = 1,278

$$I_{balokT} = \frac{k.bw.h^3}{12} = \frac{1{,}278x50x75^3}{12} = 224634{,}161cm^4$$

$$I_{pelat} = \frac{1}{12}.b.t^2 = \frac{1}{12}x400x12^2 = 57600cm^4$$

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700.fc^{0.5} = 4700x35^{0.5} = 27805{,}575$$

$$\alpha_1 = \frac{E.I_{balokT}}{E.I_{pelat}} = \frac{27805{,}575x224634.161}{27805{,}575x57600} = 38{,}99$$

- Balok 50/30

  b = 300 mm
  h = 500 mm

Ly	= 4000 mm	
Lx	= 4000 mm	
β	= 1	
be	= ¼ x 4000	= 1000 mm
be	= 8 x 120	= 960 mm
be	= ½ x 4000	= 2000 mm
be	= 912.5 mm	

$$k = \frac{1+\left(\frac{96}{30}\right)\left(\frac{12}{60}\right)\left[4-6\left(\frac{12}{60}\right)+4\left(\frac{12}{60}\right)^2+\left(\frac{96}{30}-1\right)\left(\frac{12}{60}\right)^3\right]}{1+\left(\frac{96}{30}-1\right)\left(\frac{12}{60}\right)}$$

k = 1,626

$$I_{balokT} = \frac{k.bw.h^3}{12} = \frac{1{,}278x30x60^3}{12} = 877920cm^4$$

$$I_{pelat} = \frac{1}{12}.b.t^2 = \frac{1}{12}x400x12^2 = 57600cm^4$$

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700.fc^{0.5} = 4700x35^{0.5} = 27805{,}575$$

$$\alpha_2 = \frac{E.I_{balokT}}{E.I_{pelat}} = \frac{27805{,}575x877920}{27805{,}575x57600} = 15{,}242$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4}{4} = \frac{(38{,}99+15{,}242)x2}{4} = 27{,}12 > 2$$

$$h = \frac{Ln(0.8+\frac{fy}{400})}{36+9\beta} = \frac{360.(0.8+\frac{240}{400})}{36+9.} = 7{,}77cm$$

nilai h tidak boleh kurang dari 90 mm direncanakan pelat lantai menggunakan ketebalan 120 mm.

4.4 Preliminary Kolom

Pada sistem struktur SRPMK, sifat struktur harus didasarkan pada *Strong Column Weak Beams*, maka :

$$\frac{EI_{KOLOM}}{H_{KOLOM}} \geq \frac{EI_{BALOK}}{H_{BALOK}}$$

Karena elemen balok dan kolom memakai beton bertulang maka nilai modulus elastisitas sama sehingga menjadi :

$$\frac{I_{KOLOM}}{H_{KOLOM}} \geq \frac{I_{BALOK}}{H_{BALOK}}$$

1. Kolom K2
   Tinggi kolom = 5000 mm
   h balok B2 = 800 mm
   b balok B2 = 600 mm
   Asumsi $b_{kolom} = h_{kolom}$

$$\frac{1/12 x b_k x (h_k)^4}{5000mm} = \frac{1/12 x 600 x 800^3}{8000mm}$$

$$\frac{b_k{}^4}{5000mm} = 32x10^5 mm^3$$

$$b_k = 662mm$$

$$b_k = 800mm$$

$$h_k = 1500mm$$

Dimensi pada kolom K2 adalah 800mm x 1500mm

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V
ANALISA PEMBEBANAN

5.1 Beban Gravitasi

Pada elemen struktur gedung dikenai beban gravitasi, beban gravitasi yang terjadi mengacu pada peraturan SNI 1727-2013, ASCE 7-2002, dan brosur material yang ada pada saat ini. Adapun beban gravitasi yang terjadi akan diterapkan pada perhitungan dan program bantu SAP 2000.

5.1.1 Beban Mati

Beban mati terdiri dari berat sendiri elemen struktur *(self Weight)* dihitung secara otomatris oleh program bantu SAP. Sementara untuk berat sendiri tambahan *(SuperDead Load)* terdiri dari beban merata pada pelat serta beban akibat dinding.

a. Lantai basement
   1. Beban *floor hardener* : 7 kg/m^2 (brosur)

b. Lantai 1- lantai 8
   1. Beban keramik : 18 kg/m^2 (brosur)
   2. Beban spesi keramik : 38 kg/m^2 (brosur)
   3. Beban *ducting mechanical* : 19 kg/m^2 *(ASCE7-2002 Table C3-1, Mechanical Duct Allowance)*
   4. Plafond : 5 kg/m^2 *(ASCE7-2002 Table C3-1, Acoustical fiberbroad)*
   5. Penggantung plafond : 10 kg/m^2 (*ASCE7-2002 Table C3-1, Suspended steel channel system)*

c. Lantai atap
   1. Beban *ducting mechanical* : 19 kg/m^2 *(ASCE7-2002 Table C3-1, Mechanical Duct Allowance)*
   2. Plafond : 5 kg/m^2 *(ASCE7-2002 Table C3-1, Acoustical fiberbroad)*
   3. Penggantung plafond : 10 kg/m^2 (*ASCE7-2002 Table C3-1, Suspended steel channel system)*

4. Lapisan waterproofing : 5 kg/m^2 *ASCE7-2002 Table C3-1, Waterproofing Membranes Liquid Applied)*

d. Beban dinding

Dinding menggunakan bata ringan *Citicon* dengan panjang 60 cm lebar 15 cm dan tinggi 20 cm.

1. Beban dinding bata ringan (brosur) : 90 kg/m^2
2. Beban spesi dinding (brosur) : 1 kg/m^2

e. Beban lateral tanah

Beban lateral tanah : 550 kg/m^2 x 3,2 m = 1760 kg/m (tabel 3.2.1 SNI 1727:2013)

f. Beban lift

Beban lift : 10350 kg (brosur)

5.1.2 Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan tidak dikalikan dengan factor reduksi. Rincian beban hidup yang digunakan adalah :

a. Lantai basement
   1. Beban parkiran (table 4.1 SNI 1727:2013) : 192 kg/m^2
b. Lantai 1
   1. Beban hidup *rental space* (table 4.1 SNI 1727:2013) : 479 kg/m2
   2. Beban lobi (table 4.1 SNI 1727:2013) : 479 kg/m2
c. Lantai 2
   1. Beban hidup ruang pertemuan (table 4.1 SNI 1727:2013) : 479 kg/m2
   2. Beban hidup ruang kantor (table 4.1 SNI 1727:2013) : 240 kg/m2
d. Lantai 3- lantai 8
   1. Beban hidup ruang pribadi dan koridor : 192 kg/m2 (table 4.1 SNI 1727:2013)

e. Lantai atap
   1. Beban hidup atap : 96 kg/m2 (table 4.1 SNI 1727:2013)
   2. Beban hidup air hujan : 50 kg/m2 (pasal 8 SNI 1727:2013)

5.1.3 Beban Angin

Perhitungan pembebanan angin berdasarkan SNI 1727:2013

a. Kategori resiko banguna gedung
   Berdasarkan tabel 1.5.1 SNI 1727:2013 hotel merupakan kategori resiko II

b. Kecepatan angin dasar

Gambar 5.1 Kecepatan Angin

   Sesuai dengan perkiraan dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika V=20 knots=10.28 m/s

c. Faktor arah Angin
   Sesuai dengan SNI 1727:2013 tabel 26.6.1 faktor arah angin (Kd) = 0.85

Tabel 26.6-1 - Faktor Arah Angin, K_d

Tipe Struktur	Faktor Arah Angin K_d*
Bangunan Gedung	
Sistem Penahan Beban Angin Utama	0,85
Komponen dan KladingBangunan Gedung	0,85
Atap Lengkung	0,85
Cerobong asap, Tangki, dan Struktur yang sama	
Segi empat	0,90
Segi enam	0,95
Bundar	0,95
Dinding pejal berdiri bebas dan papan reklame pejal berdiri bebasdan papan reklame terikat	0,85
papan reklame terbuka dan kerangka kisi	0,85
Rangka batang menara	
Segi tiga, segi empat, persegi panjang	0,85
Penampang lainnya	0,95

* Faktor arah K_d telah dikalibrasi dengan kombinasi beban yang ditetapkan dalam Pasal 2. Faktor ini hanya diterapkan bila digunakan sesuai dengan kombinasi beban yang disyaratkan dalam Pasal 2.3 dan Pasal 2.4.

d. Faktor topografi
   Sesuai dengan SNI 1727:2013 pasal 26.8.2 K_{zt}= 1
e. Faktor tiupan angin
   Sesuai dengan SNI 1727:2013 pasal 26.9.1 faktor efek tiupan angin untuk suatu bangunan gedung dan struktur lain yang kaku diambil G= 0.85
f. Koefisien tekanan internal
   Sesuai dengan SNI 1727:2013 tabel 26.11-1

Klasifikasi Ketertutupan	(GC_{pi})
Bangunan gedung terbuka	0,00
Bangunan gedung tertutup sebagian	+ 0,55 - 0,55
Bangunan gedung tertutup	+ 0,18 - 0,18

   GC_{pi}=±0.18
g. Koefisien eksposur tekanan velositas
   Sesuai dengan SNI 1727:2013 tabel 27.3-1

Tinggi di atas level tanah, z		Eksposur		
		B	C	D
ft	(m)			
0-15	(0-4,6)	0,57	0,85	1,03
20	(6,1)	0,62	0,90	1,08
25	(7,6)	0,66	0,94	1,12
30	(9,1)	0,70	0,98	1,16
40	(12,2)	0,76	1,04	1,22
50	(15,2)	0,81	1,09	1,27
60	(18)	0,85	1,13	1,31
70	(21,3)	0,89	1,17	1,34
80	(24,4)	0,93	1,21	1,38
90	(27,4)	0,96	1,24	1,40
100	(30,5)	0,99	1,26	1,43
120	(36,6)	1,04	1,31	1,48
140	(42,7)	1,09	1,36	1,52
160	(48,8)	1,13	1,39	1,55
180	(54,9)	1,17	1,43	1,58
200	(61,0)	1,20	1,46	1,61
250	(76,2)	1,28	1,53	1,68
300	(91,4)	1,35	1,59	1,73
350	(106,7)	1,41	1,64	1,78
400	(121,9)	1,47	1,69	1,82
450	(137,2)	1,52	1,73	1,86
500	(152,4)	1,56	1,77	1,89

Catatan:

1. Koefisien eksposur tekanan velositas K_z dapat ditentukan dari formula berikut:
   Untuk 15 ft. $\leq z \leq z_g$ Untuk z< 15 ft.
   $K_z = 2{,}01(z/z_g)^{2/\alpha}$ $K_z = 2{,}01(15/z_g)^{2/\alpha}$
2. α dan z_g ditabulasi dalam Tabel 26.9.1.
3. Interpolasi linier untuk nilai menengah tinggi z yang sesuai.
4. Kategori eksposur yang ditetapkan dalam Pasal 26.7

Sesuai dengan SNI 1727:2013 tabel 26.9.1

Eksposur B → α=7 z_g= 365,76

$$Kz = 2{,}01(\frac{z}{z_g})^{\frac{z}{\alpha}}$$

$$Kz = 2{,}01(\frac{35}{367{,}76})^{\frac{2}{7}} = 1{,}03$$

Maka Kz=kh=1,03 (karena atap datar)

h. Tekanan velositas

Sesuai dengan SNI 1727:2013 pasal 27.3.2

$$q_z = 0.613xK_z xK_{zt} xK_d xV^2$$

$$q_z = 0{,}613x1{,}03x1x0{,}85x105{,}678$$

$$q_z = 56{,}6N/m^2$$

$$q_h = 0{,}613xK_h xK_{zt} xK_d xV^2$$

$$q_h = 0{,}613x1{,}03x1x0{,}85x105{,}678$$

$$q_h = 56{,}6N/m^2$$

i. Koefisien tekanan eksternal

Sesuai dengan SNI 1727:2013 gambar 27.4.1 untuk dinding dan atap rata

Koefisien tekanan dinding, C_p			
Permukaan	***L/B***	C_p	**Digunakan dengan**
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8	q_z
Dinding di sisi angin pergi	0 – 1	- 0,5	q_h
	2	- 0,3	
	≥ 4	- 0,2	
Dinding tepi	Seluruh nilai	- 0,7	q_h

- Dinding di sisi angin datang (q_z)

  C_p= 0,8
- Dinding di sisi angin pergi (q_h)

  $$\frac{L}{B} = \frac{14{,}8}{33{,}1} = 0{,}45$$

  C_p= 0,5
- Dinding tepi (q_h)

  C_p = 0,7

j. Tekanan angin pada setiap permukaan bangunan gedung kaku

Sesuai dengan SNI 1727:2013 persamaan 27.4.1

- Dinding di sisi angin datang

  p = q. G. C_{pi} –qi. (GC_{pi})

  p = 56,6 x 0,85 x 0,8 – 56,6 x 0,18

  p = 28,3 N/m^2 = 2,83 kg/m^2
- Dinding di sisi angin pergi

  p = q. G. C_{pi} –qi. (GC_{pi})

  p = 56,6 x 0,85 x -05 – 56,6 x 0,18

  p = -34,21 N/m^2 = -3,42 kg/m^2
- Dinding tepi

  p = q. G. C_{pi} –qi. (GC_{pi})

  p = 56,6 x 0,85 x -0,7 – 56,6 x 0,18

  p = -43,82 N/m^2 = -4,38 kg/m^2

k. Input beban angin di SAP 200. Beban angin di inputkan ke dalam kolom sebagai beban merata pada tiap-tiap kolom arah x dan y.

5.2 Beban Gempa

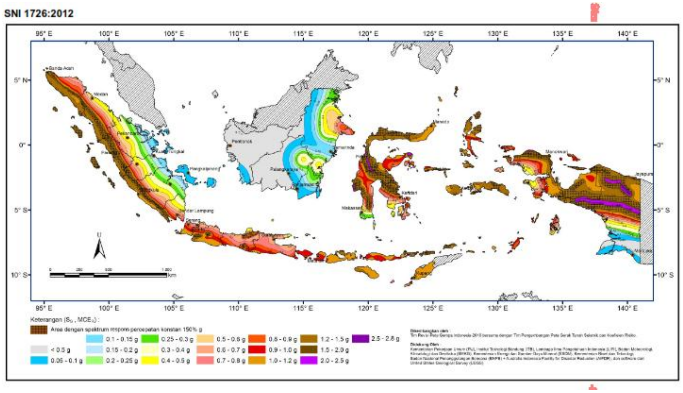
Analisa pembebanan gempa pada gedung ini mengacu pada SNI 1726:2012 dengan tinjuan lokasi gempa pada daerah Surabaya, Jawa Timur. Adapun langkah-langkanya yaitu:

a. Kategori risiko bangunan
   Sesuai SNI 1726:2012 tabel 1 bangunan gedung hotel termasuk dalam kategori resiko II.
b. Faktor keutamaan gempa
   Sesuai Sni 1726:2012 tabel 2 bangunan gedung hotel kategori resiko II memiliki faktor keutamaan gempa I_e = 1,00

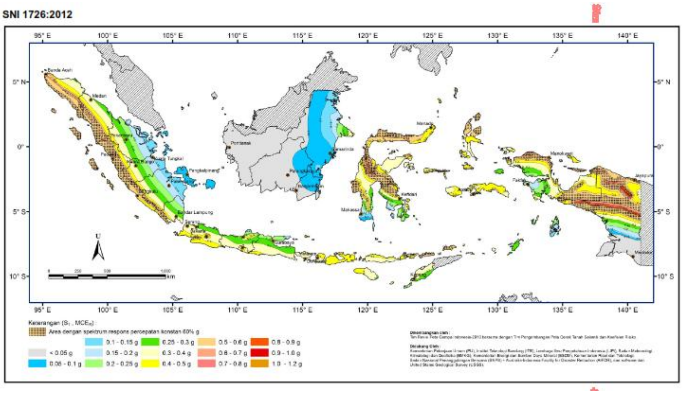
Tabel 5.1 Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726-2012 Tabel 2)

Kategori Resiko	**Faktor Keutamaan Gempa (I_e)**
I	1,00
II	1,00
III	1,25
IV	1,50

c. Parameter percepatan gempa *(S_s dan S_1)*
   Sesuai dengan SNI 1726:2012 gambar 9 dan gambar 10 , wilayah Surabaya memiliki nilai S_s = 0,7 g dan S_1= 0,3 g



Gambar 5.2 Parameter percepatan gempa Ss



Gambar 5.3 Parameter percepatan gempa S1

d. Analisa data N-SPT

Tabel 5.2 Data N-SPT

Keterangan	Kedalaman	Tebal (m)	Ni	Ti/Ni
Lapisan 1	1,25	1	1	1
Lapisan 2	3,25	2	3	0,666666667

Lapisan 3	5,25	2	1	2
Lapisan 4	7,25	2	3	0,666666667
Lapisan 5	9,25	2	8	0,25
Lapisan 6	11,25	2	20	0,1
Lapisan 7	13,25	2	27	0,074074074
Lapisan 8	15,25	2	22	0,090909091
Lapisan 9	17,25	2	17	0,117647059
Lapisan 10	19,25	2	31	0,064516129
Lapisan 11	21,25	2	24	0,083333333
Lapisan 12	23,25	2	35	0,057142857
Lapisan 13	25,25	2	26	0.076923077
Lapisan 14	27,25	2	28	0,071428571
Lapisan 15	29,25	2	33	0,060606061
Lapisan 16	31,25	2	26	0,076923077
Lapisan 17	33,25	2	29	0,068965517
Lapisan 18	35,25	2	28	0,071428571
Lapisan 19	37,25	2	33	0,060606061
Lapisan 20	39,25	2	50	0,04
Lapisan 21	41,25	2	42	0,047619048
Lapisan 22	43,25	2	50	0,04
Lapisan 23	45,25	2	50	0,04
Total		45		5,825455859

$$\overline{N} = \frac{\sum d_i}{\sum d_i / N_i} = \frac{45}{5.825} = 7,73$$

e. Klasifikasi situs

Sesuai dengan hasil analisa tanah dan tabel 3 SNI 1726:2012 nilai N<15 maka didapatkan kelas situs termasuk tanah lunak (SE).

Tabel 5.3 Klasifikasi situs (SNI 1726:2012 Tabel 3)

Kelas Situs	$\overline{v}_s$	$\overline{N}$ or $\overline{N}_{ch}$	$\overline{s}_u$
SA (batuan keras)	>1500 m/s	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500 m/s	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak	350 sampai 750 m/s	>50	≥100 kN/m2
SD (tanah sedang)	175 sampai 350 m/s	15-50	50 sampai 100 kN/m^2
SE (tanah lunak)	< 175 m/s	< 15	<50 kN/m^2
	Atau setiap profil tanah yang mengandung 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: Indeks plastisitas, *PI*> 20 Kadar air, $w \geq 40\%$ Kuat geser niralir $\overline{s}_u$ < 25 kPa		
SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gemapa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat senditif, tnaha tersementasi lemah Lempung sangat organik dan/ atau gambut (ketebalan H >3 m)		

	- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan H > 7,5 m dengan PI > 75 Lapisan lempung lunak/ setengah teguh dengan ketebalan H > 35 m dengan $\bar{S}_u$ < 50 kPa

f. Koefisien Situs (F_a dan F_s)

Tabel 5.4 Koefisien Situs Fa (tabel 4 SNI 1726:2012)

Klasifikasi Situs	**Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa MCE_R pada periode pendek**				
	***Ss* ≤ 0,25**	***Ss* = 0,5**	***Ss* = 0,75**	***Ss* = 1,0**	***Ss* ≥ 1,25**
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Lihat ketentuan pasal 6.10.1				
Catatan : Gunakan interpolasi linier untuk nilai-nilai antara *Ss*					

Dari penentuan nilai Ss didapat nilai 0,7 yaitu antara 0,75 dengan 0.5 dan klasifikasi situs tanah E, sehingga untuk mendapat nilai Fa harus diinterpolasi sehingga nilai Fa=1,412

Tabel 5.5 Koefisien Situs Fv (tabel 5 SNI 1726:2012)

Klasifikasi Situs	**Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa MCE_R pada periode 1 s**				
	S_1≤ 0,1	**S_1= 0,2**	**S_1= 0,3**	**S_1= 0,4**	**S_1≥ 0,5**
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	Lihat ketentuan pasal 6.10.1				
Catatan : Gunakan interpolasi linier untuk nilai-nilai antara S_1					

Dari penentuan nilai S_1 0,3 dengan klasifikasi situs tanah E maka nila Fv=2,8

g. Parameter percepatan desain spektral

Sesuai dengan pasal 6.2 SNI 1726:2012

$$S_{MS} = F_a . S_s$$

$$S_{MS} = 1{,}412 x 0.7$$

$$S_{MS} = 0{,}9884$$

$$S_{M1} = F_v . S_2$$

$$S_{M1} = 2{,}8 x 0.3$$

$$S_{M1} = 0{,}84$$

Sesuai dengan pasal 6.3 SNI 1726:2012

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} x 0{,}9884$$

$$S_{DS} = 0{,}65893$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} x 0{,}84$$

$$S_{D1} = 0{,}56$$

h. Kategori desain seismik

Sesuai dengan tabel 6 SNI 1726:2012 dengan nilai S_{ds}=0,65893 dengan kategori resiko II maka termasuk kategori desain seismik D.

Tabel 5.6 Desain seismik pada periode pendek tabel 6 SNI 1726:2012

Nilai S_{DS}	**Kategori Resiko**	
	I atau II atau III	**IV**
S_{DS}< 0,167	A	A
0,167 ≤ S_{DS}< 0,33	B	C
0,33 ≤ S_{DS}< 0,50	C	D
0,50 ≤ S_{DS}	D	D

Sesuai dengan tabel 7 SNI 1726:2012 dengan nilai S_{d1}=0,56 dengan kategori resiko II maka termasuk kategori desain seismik D.

Tabel 5.7 Desain seismik pada periode 1 detik tabel 7 SNI 1726:2012

Nilai SD_1	**Kategori Resiko**	
	I atau II atau III	**IV**
S_{D1}< 0,067	A	A
0,067 ≤ S_{D1}< 0,133	B	C
0,133 ≤ S_{D1}< 0,20	C	D
0,20 ≤ S_{D1}	D	D

Dari hasil kedua tabel diatas diambil kategori desain seismik D untuk bangunan gedung ini.

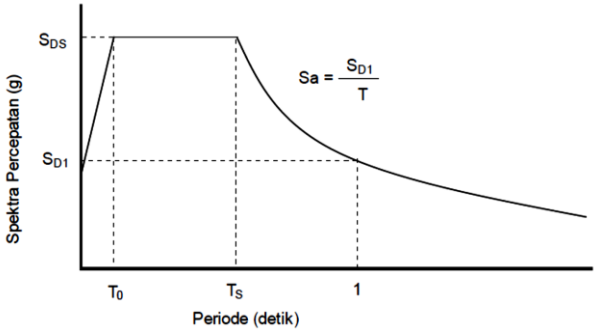
i. Menentukan koefisien

Sesuai dengan tabel 9 SNI 1726:2012 untuk rangka beton bertulang pemikul momen khusus didapatkan koefisien modifikasi respon (R) sebesar 8, faktor pembesaran

defleksi (Cd) sebesar 5½ , dan faktor kuat lebih sistem (Ω0) sebear 3 untuk tinjauan SRPMK.

j. Analisa model respons spektrum

k. Analisis modal respon spektrum dilakukan dengan menggambar dan memasukkan grafik respon spektrum rencana ke dalam program analisis struktur (*SAP 2000)*. Ketentuan mengenai penggambaran grafik respon spektrum dijelaskan pada Gambar 1 SNI 1726:2012



Gambar 5.4 Spektrum respon desain

Pada periode $T < T0$, respon spektra percepatan :

$$S_a = S_{DS}\left(0{,}4 + 0{,}6\frac{T}{T_0}\right)$$

Pada periode $T_0 \leq T \leq T_s$, respon spektra percepatan :

$S_a = S_{DS}$

Pada T >Ts, respon spektra percepatan :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Dengan :

$$T_0 = \frac{0,2S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_0 = \frac{0,2x0,56}{0,65893} = 0,16997$$

$$T_S = \frac{0,56}{0,65983} = 0,84986$$

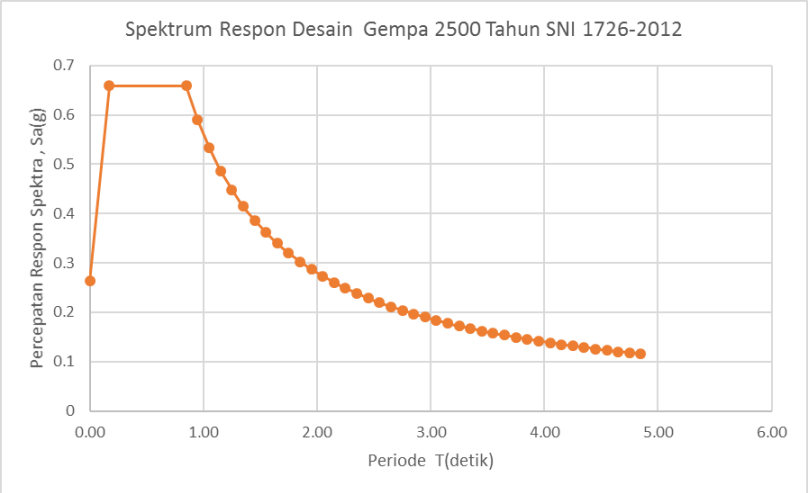
Dengan ketentuan persamaan diatas, didapat :

Tabel 5.8 Respons spektrum

Gempa 2500 Tahun		
T Detik	T detik	Sa (g)
0	0	0,263573333
To	0,17	0,658933333
Ts	0,85	0,658933333
Ts+0.1	0,95	0,589561587
Ts+0.2	1,05	0,533405289
Ts+0.3	1,15	0,487016507
Ts+0.4	1,25	0,448050771
Ts+0.5	1,35	0,414858342
Ts+0.6	1,45	0,386244627
Ts+0.7	1,55	0,361323341
Ts+0.8	1,65	0,339423077
Ts+0.9	1,75	0,320025903

Ts+1.0	1,85	0,302725881
Ts+1.1	1,95	0,287200349
Ts+1.2	2,05	0,273189608
Ts+1.3	2,15	0,260482277
Ts+1.4	2,25	0,248904558
Ts+1.5	2,35	0,238312236
Ts+1.6	2,45	0,228584644
Ts+1.7	2,55	0,219620042
Ts+1.8	2,65	0,21133205
Ts+1.9	2,75	0,203646853
Ts+2	2,85	0,196500994
Ts+2.1	2,95	0,189839624
Ts+2.2	3,05	0,183615085
Ts+2.3	3,15	0,177785772
Ts+2.4	3,25	0,172315202
Ts+2.5	3,35	0,167171247
Ts+2.6	3,45	0,162325505
Ts+2.7	3,55	0,157752773
Ts+2.8	3,65	0,153430612
Ts+2.9	3,75	0,149338974
Ts+3	3,85	0,145459897

Ts+3.1	3,95	0,141777236
Ts+3.2	4,05	0,138276441
Ts+3.3	4,15	0,134944365
Ts+3.4	4,25	0,131769097
Ts+3.5	4,35	0,128739824
Ts+3.6	4,45	0,125846702
Ts+3.7	4,55	0,123080755
Ts+3.8	4,65	0,120433776
Ts+3.9	4,75	0,117898253
Ts+4	4,85	0,11546729



Gambar 5.5 Grafik respons spektrum

5.3 Kombinasi Pembebanan

Pembebanan struktur beton harus mampu memikul semua beban kombinasi pembebanan di bawah ini berdasarkan SNI 03-1726-2012 :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5Lr (Lr atau R)
3. 1,2D + 1,6L + 0,5R (Lr atau R)
4. 1,2D + 1,6Lr (Lr atau R) + 1,0L (L atau 0,5W)
5. 1,2D + 1,6Lr (Lr atau R) + 0,5W (L atau 0,5W)
6. 1,2D + 1,6R (Lr atau R) + 1,0L (L atau 0,5W)
7. 1,2D + 1,6R (Lr atau R) + 0,5W (L atau 0,5W)
8. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5Lr (Lr atau R)
9. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5R (Lr atau R)
10. 0,9D + 1,0W
11. 1,2D + 1,0EX + 1,0L
12. 1,2D + 1,0EY + 1,0L
13. 0,9D + 1,0EX
14. 0,9D + 1,0EY
15. (1,2+0,2SDS)D + (1,0ρ)EX + 1,0L
- 1,33D + 1,3EX + 1,0L

16. (1,2+0,2SDS)D + (1,0ρ)EY + 1,0L
- 1,33D + 1,3EY + 1,0L

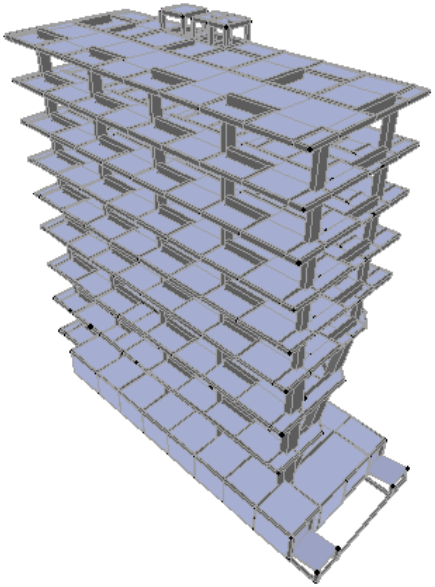
Keterangan :

D : Beban Mati
Lr : Beban Hidup pada Atap
L : Beban Hidup
R : Beban Hujan
W : Beban Angin
H : Beban Lateral Tanah
E : Beban Gempa

BAB VI
ANALISA PEMODELAN

6.1 Pemodelan Struktur dengan SRPM

Model *undeformed shape* struktur bangunan dengan SRPM ini dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini yang merupakan *capture picture* dari SAP 2000.



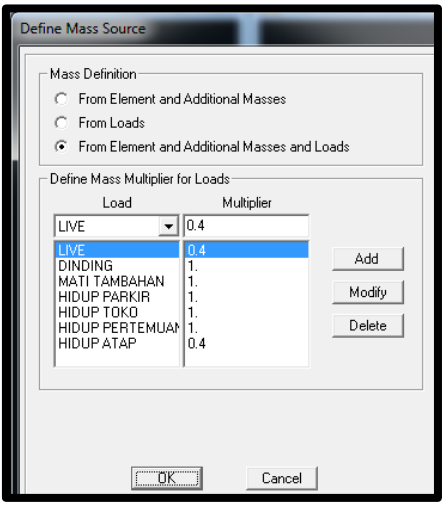
Gambar 6.1 Pemodelan Struktur 3D

6.2 Besaran Massa

Besaran massa elemen struktur (*mass source*) adalah massa struktur pada *SAP 2000* yang digunakan pada perhitungan massa untuk analisa modal menggunakan pilihan ketiga dimana berat sendiri akan dihitung oleh struktur sedangkan beban-beban

tambahan ditambahkan dengan pembesaran yang sesuai dengan jenis bebannya. Massa-massa beban yang dimasukkan adalah:

- Beban Dead (Beban Sendiri) : 1,0
- Beban Dead++(Beban mati tambahan : 1,0
- Beban Live (Kecuali beban parkiran dan beban lebih dari 479 kg/m^2) : 0,4



Gambar 6.2 Input form Mass Source untuk analisa modal pada SAP 2000.

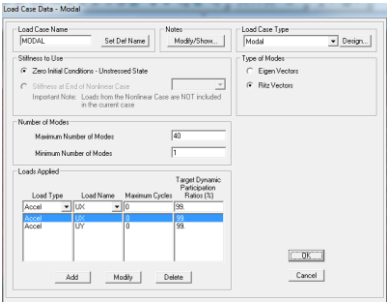
6.3 Peninjauan Terhadap Pengaruh Gempa

Pembebanan gempa horizontal dibagi kedalam dua arah yaitu :

- Gempa arah x dengan komposisi 100%Ex +30% Ey
- Gempa arah y dengan komposisi 100%Ey +30%Ex

6.4 Modal Analisis

Analisis modal menggunakan SAP 2000 diambil sebanyak 5 kali dari jumlah lantai yang dimodelkan, Mode Shape untuk menjamin partisipasi massa struktur lebih dari 90 %. Dalam hal ini partisipasi massa dari struktur diambil 99% terhadap gaya lateral kearah X dan kearah Y.



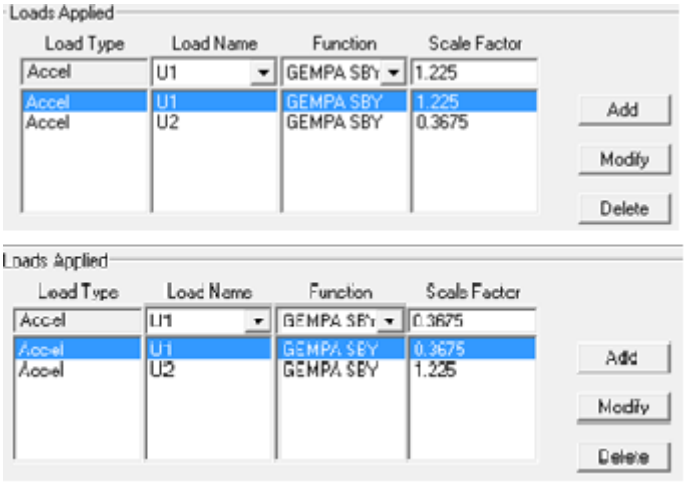
Gambar 6.3 Form Input untuk Analisa Modal SAP 2000.

6.5 Faktor Skala Gaya Beban Gempa dengan Respon Spektrum SAP 2000 untuk SRPM

Faktor skala gaya gempa sesuai dengan pasal 11.1.4 SNI 1726:2012 adalah sebagai berikut :

Faktor pembebanan $= \frac{I}{R} xg = \frac{1}{8} x9{,}8 = 1{,}225$

Faktor beban tersebut adalah untuk arah gempa yang ditinjau sedangkan arah yang tegak lurus dari peninjauan gempa tersebut akan dikenakan gempa sebesar 30% dari arah gempa yang ditinjau sehinga faktor skala gaya pada arah tegak lurus gempa yang ditinjau adalah 0,3x1,225 = 0,3675



Gambar 6.4 Faktor skala gaya

6.6 Kontrol Periode Fundamental SRPM

Nilai T (waktu getar alami struktur) dibatasi oleh waktu getar alami fundamental untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel dengan perumusan dalam SNI 1726-2012 sebagai batas bawah sebesar :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dimana :

h_n = ketinggian struktur

C_t = parameter pendekatan tipe struktur

x = parameter pendekatan tipe struktur

Tabel 6.1 Nilai Parameter Perioda Pendekatan Ct dan x tabel 14 SNI 1726:2012

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724[a]	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466[a]	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731[a]	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731[a]	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488[a]	0,75

$$T_{batasbawah} = Ct.h_n^{0.9}$$

$$T_{batasbawah} = 0{,}0466x38.2^{0.9}$$

$$T_{batasbawah} = 1{,}2366$$

Berdasarkan pasal 7.8.2, perioda fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung dari Tabel 14 SNI 1726:2012, nilai Cu yang digunakan adalah 1.4.

Tabel 6.2 Koefisien untuk Batas Atas pada Perioda yang Dihitung tabel 14 SNI 1726:2012

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
≥ 0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
≤ 0,1	1,7

Sehingga batas atas perioda fundamental struktur sebesar :

$$T_{atas} = C_u . T_{batasbawah}$$

$$T_{atas} = 1{,}4x1{,}2366$$

$$T_{atas} = 1{,}7313$$

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted — Modal Load Participation Ratios

OutputCase Text	ItemType Text	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
MODAL	Acceleration	UX	100	99.668
MODAL	Acceleration	UY	100	99.7696
MODAL	Acceleration	UZ	84.1158	59.9654

Gambar 6.5 Modal Load Participation Ratio

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted — Modal Periods And Frequencies

OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
MODAL	Mode	1	1.656605	0.60364	3.7928	14.385
MODAL	Mode	2	1.522944	0.65662	4.1257	17.021
MODAL	Mode	3	1.362376	0.73401	4.6119	21.27
MODAL	Mode	4	0.503128	1.9876	12.488	155.96
MODAL	Mode	5	0.457623	2.1852	13.73	188.51
MODAL	Mode	6	0.384954	2.5977	16.322	266.4
MODAL	Mode	7	0.287271	3.481	21.872	478.38
MODAL	Mode	8	0.244994	4.0817	25.646	657.73
MODAL	Mode	9	0.227849	4.3889	27.576	760.44
MODAL	Mode	10	0.199977	5.0006	31.42	987.19
MODAL	Mode	11	0.167543	5.9686	37.502	1406.4
MODAL	Mode	12	0.157864	6.3346	39.801	1584.1
MODAL	Mode	13	0.156437	6.3923	40.164	1613.2
MODAL	Mode	14	0.152912	6.5397	41.09	1688.4
MODAL	Mode	15	0.152084	6.5753	41.314	1706.8
MODAL	Mode	16	0.147128	6.7968	42.706	1823.8
MODAL	Mode	17	0.145472	6.8742	43.192	1865.5
MODAL	Mode	18	0.137127	7.2925	45.82	2099.5
MODAL	Mode	19	0.13596	7.3551	46.213	2135.7
MODAL	Mode	20	0.130544	7.6602	48.131	2316.6
MODAL	Mode	21	0.127588	7.8377	49.246	2425.1

Gambar 6.6 Perioda dari Program SAP 2000

Perbandingan nilai untuk periode fundamental struktur sebagai berikut :

$T_{a\ min}$	≤	T_{sap}	≤	T_{max}
1,2366	≤	1,656	≤	1,7313

Tinjauan perioda struktur yang dimodelkan sudah masuk kisaran periode struktur yang dihitung.

6.7 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Untuk mengetahui besarnya simpangan antar tingkat perlu dicari terlebih dahulu nilai perpindahan elastis, δ_{xe}, dari analisis struktur. Setelah itu nilai δ_{xe} dikalikan denganfaktor pembesar Cd/Ie sesuai pasal 7.8.6 SNI 1726:2012. Setelah itu dapat diketahui besarnya simpangan antar tingkat yang merupakan selisih nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada suatu tingkat dengan nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada tingkat di bawahnya. Nilai simpangan ini selanjutnya dikontrol terhadap batas simpangan. Defleksi pusat massa di Tingkat x (δx) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I_e} \quad \text{(pasal 7.8.6 SNI 1726:2012)}$$

Dimana :

Cd = Faktor pembesaran defleksi (5,5).

δxe = Defleksi pada lantai x yang ditentukan dengan analisis elastis.

Ie = Faktor keutamaan (1).

Δ_a = 0,010hsx (Arah X)

Δ_a = 0,020hsx (Arah Y)

P = Faktor redundansi (1,3).

- Analisa Simpangan Antar Lantai Gempa Arah x

Tabel 6.3 kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah x.

Lantai	Elevasi	tinggi antar tingkat	δei (dari SAP)	δi (Cd.δei/Ie)	δei-δe(i-1)	Δi (δei-δe(i-1)) Cd/Ie	Δa 0.020 hsx	Ket Δi <Δa
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	38,2	4	37,06	203,830	1,78	9,79	61,538	OK
8	34,2	4	35,28	194,040	2,61	14,355	61,538	OK
7	30,2	4	32,67	179,685	3,49	19,195	61,538	OK
6	26,2	4	29,18	160,490	4,32	23,76	61,538	OK
5	22,2	4	24,86	136,730	5,26	28,93	61,538	OK
4	18,2	5	19,6	107,800	7,1	39,05	76,923	OK
3	13,2	5	12,5	68,750	12,5	68,75	76,923	OK
2	8,2	5	5,5	30,250	5,5	30,25	76,923	OK
1	3,2	3,2	0,66	3,630	0,66	3,63	49,231	OK

- Analisa Simpangan Antar Lantai Gempa Arah y

Tabel 6.4 kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah y

Lantai	Elevasi	tinggi antar tingkat	δei (dari SAP)	δi (Cd.δei/Ie)	δei-δe(i-1)	Δi (δei-δe(i-1)) Cd/Ie	Δa 0.020 hsy	Kontrol Δi <Δa
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	38,2	4	33,38	183,590	1,49	8,195	61,538	OK
8	34,2	4	31,89	175,395	2,39	13,145	61,538	OK
7	30,2	4	29,5	162,250	3,3	18,15	61,538	OK
6	26,2	4	26,2	144,100	4,1	22,55	61,538	OK
5	22,2	4	22,1	121,550	4,95	27,225	61,538	OK
4	18,2	5	17,15	94,325	5,96	32,78	76,923	OK
3	13,2	5	11,19	61,545	11,19	61,545	76,923	OK
2	8,2	5	4,9	26,950	4,9	26,95	76,923	OK
1	3,2	3,2	0,57	3,135	0,57	3,135	49,231	OK

6.8 Kontrol Gaya Geser Dasar Gempa

Kontrol gaya dinamis struktur untuk melihat apakah gaya gempa yang dimasukkan dengan menggunakan response spectrum sudah sesuai dengan yang disyaratkan pasal 7.8.1 SNI 1726:2012. Untuk kontrol gaya gempa dasar dinamis ditentukan koefisien Cs adalah sebagai berikut:

- Nilai Cs minimum :

$$C_{S\,\min} = 0{,}044 \cdot S_{DS} \cdot I \geq 0{,}01$$

$$C_{S\,\min} = 0{,}044 \cdot 0{,}6589 \cdot 1 \geq 0{,}01$$

$$C_{S\,\min} = 0{,}029 \geq 0{,}01$$

- Nilai Cs :

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0{,}612}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0{,}0824$$

- Nilai Cs max :

$$C_S \max = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0{,}56}{1.731.\left(\frac{8}{1}\right)} = 0{,}0404$$

Penentuan gaya geser dasar dinamis struktur menggunakan persamaan sebagai berikut :

V = Cs. Wt

Dimana :

Cs : koefisien respons seismik.

Wt : total beban mati, beban mati tambahan, dan beban hidup

	OutputCase Text	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
▶	DEAD TOTAL	Combination	000000008706	000000009216	43029.347	1266385.01	-428822.88	0.000000439
	LIVE TOTAL	Combination	000000006385	000000002551	10967.484	320634.7278	-108005.626	).00000008925

Gambar 6.7 Nilai Wt dari SAP2000

$$Wt = Wtbebanmati + Wtbebanhidup$$

$$Wt = 43029{,}347kN + 10967{,}484kN$$

$$Wt = 53996{,}484kN$$

$$V = Cs.Wt$$

$$V = 0{,}029x53996{,}484kN$$

$$V = 1565{,}5157kN$$

$$0{,}85V = 1330{,}69kN$$

Hasil analisa dinamis gaya geser gempa dari SAP 2000 didapatkan sebesar:

	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
▶	QUAKE arah x	LinRespSpec	Max	1629.737	793.658	143.034	20993.2787	42530.4466	48992.2652
	QUAKE arah y	LinRespSpec	Max	811.341	1525.471	53.641	38347.6524	22198.8333	27595.6668

Gambar 6.8 Base Reaction dari SAP2000

Nilai $V_{base\ reaction} > 0.85V$

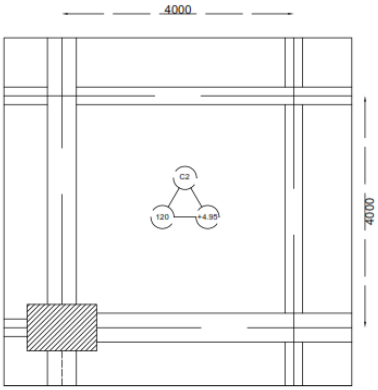
- Arah X
  1629,797 kN > 1330,69 kN
- Arah Y
  1525,471 kN > 1330,69 kN

Nilai $V_{base\ reaction} > 0.85V$ sudah memenuhi pasal 7.9.4 SNI 1726:2012

BAB VII
ANALISA STRUKTUR BANGUNAN SEKUNDER

7.1 Perhitungan Struktur Pelat Lantai

Struktur pelat lantai yang dihitung pada bab ini merupakan pelat yang dikelilingin oleh balok. Contoh perhitungan ditinjau pelat pada lantai 2.



Gambar 7.1 Panel pelat

Data perencanaan :

Tipe Pelat	= C2
Lx	= 4 m
Ly	= 4 m
Tebal pelat	= 120 mm
f'c	= 35 Mpa
fy	= 400 Mpa
β_1	= 0,8 (pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013)
Diameter tulangan	= 10 mm
dx	= 95 mm
dy	= 85 mm

7.1.1 Pembebanan Struktur Pelat Lantai

Pada analisa perhitungan pelat lantai yang ditinjau adalah pada lantai 2 dengan dimensi 4 m x 4 m dengan fungsi sebagai ruang pertemuan.

a. Beban mati pelat yang ditinjau :

Beban pelat (12 cm)	= 288 kg/m^2
Beban keramik	= 18 kg/m^2
Beban spesi keramik	= 38 kg/m^2
Ducting Mechanical (ME)	= 19 kg/m^2
Beban plafond	= 5 kg/m^2
Beban penggantung plafond	= 10 kg/m^2 +
Total beban mati pelat (q DL)	= 374 kg/m^2

b. Beban hidup pelat yang ditinjau :

Beban hidup ruang pertemuan (q LL) = 479 kg/m^2

c. Beban ultimate rencana

q_u = 1,2 qDL + 1,6 qLL + 0,5 Lr

= (1,2 x 374 kg/m^2) + (1,6 x 479 kg/m^2) + 0

= 1215,2 kg/m^2

7.1.2 Analisis Struktur Pelat Lantai

Analisis struktur pelat lantai bertujuan untuk mencari diameter dan jarak tulangan utama pelat berdasarkan momen lentur yang bekerja pada pelat lantai. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.

a. Momen-momen pada pelat :

$M_{lapangan\ x}$ =M_{11}=642 kg m

$M_{lapngan\ y}$ =M_{22}= 623 kg m

$M_{tumpuan\ x}$ =M_{11}=-1494 kg m

$M_{tumpuan\ y}$ =M_{22}= -1360 kg m

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4000mm}{4000mm} = 1 \leq 2 \rightarrow DuaArah$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85xfc'} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho_{\min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{400Mpa} = 0{,}0019$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x\beta_1 xfc.}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x0{,}8\ \ x35.}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0268$$

b. Lapangan Arah X

$M_{11} = M_u = 642$ kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{642x10^4}{0{,}8} = 8025000Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{8025000Nmm}{1000mmx(95mm)^2} = 0{,}89$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13{,}44x0{,}89}{400}\right)}\right) = 0{,}0023$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0{,}0019 < 0{,}0023 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0{,}0023x1000mm^2x95mm^2 = 214{,}44mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $$S_{\max} \leq 2h$$

  $$S_{\max} \leq 2x120mm$$

  $$S_{\max} \leq 240mm$$

- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D10-150

  $$Aspakai = 0{,}25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523{,}3mm^2$$

  $$Asperlu < Aspakai$$

  $$214{,}44mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$$

c. Lapangan Arah Y
   $M_{22} = M_u = 623$ kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{623x10^4}{0{,}8} = 7787500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x{}^2} = \frac{7787500Nmm}{1000mmx(85mm)^2} = 1{,}07$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}07}{400}\right)}\right) = 0{,}0027$$

- Cek persyaratan :

  $$\rho\min < \rho < \rho\max$$

  $$0{,}0019 < 0{,}0027 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$$

- $Asperlu = \rho xbxd$

$$Asperlu = 0{,}0027x1000mm^2 x85mm^2 = 233{,}35mm^2$$

- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $$S_{\max} \leq 2h$$

  $$S_{\max} \leq 2x120mm$$

  $$S_{\max} \leq 240mm$$

- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D10-150

  $$Aspakai = 0{,}25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523{,}3mm^2$$

  $$Asperlu < Aspakai$$

  $$233{,}35mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$$

d. Tumpuan Arah X
   $M_{11} = M_u$ =-1494 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{1494x10^4}{0.8} = 18675000Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{18675000Nmm}{1000mmx(95mm)^2} = 2{,}06$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x2{,}06}{400}\right)}\right) = 0{,}0054$$

- Cek persyaratan :

  $$\rho\min < \rho < \rho\max$$

  $$0.0019 < 0{,}0054 < 0.0268 \rightarrow Memenuhi$$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0{,}0054x1000mm^2x95mm^2 = 509{,}84mm^2$
- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$
- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D10-150

  $Aspakai = 0{,}25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523{,}3mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $509{,}84mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$

e. Tumpuan Arah Y
   $M_{22} = M_u$ =-1360 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{1360x10^4}{0.8} = 17000000Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x{}^2} = \frac{17000000Nmm}{1000mmx(85mm)^2} = 2{,}35$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x2{,}35}{400}\right)}\right) = 0{,}0061$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0{,}0019 < 0{,}0061 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0{,}0061x1000mm^2 x85mm^2 = 521{,}51mm^2$
- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{max} \leq 2h$

  $S_{max} \leq 2x120mm$

  $S_{max} \leq 240mm$
- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D10-100

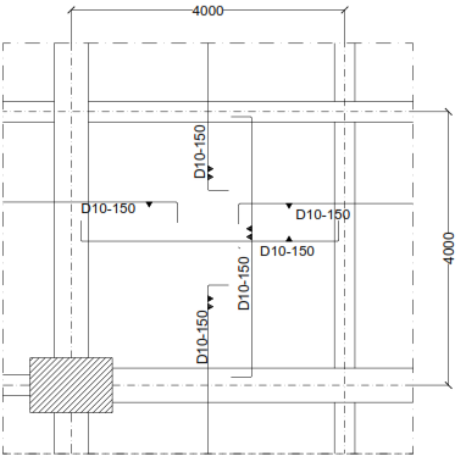
  $Aspakai = 0{,}25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523{,}3mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $521{,}51mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$

Tabel 7.1 Hasil perhitungan tulangan pelat

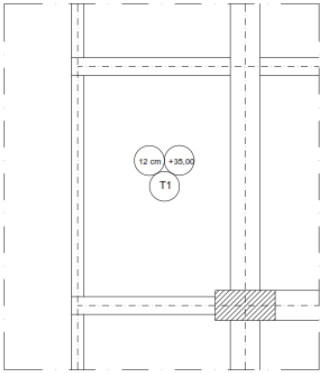
	Lapangan X	Lapangan Y	Tumpuan X	Tumpuan Y
Tebal pelat (mm)	120	120	120	120
M_u(kg m)	642	623	1494	1360
As perlu	214,44	233,35	509,84	521,51
As pakai	523,3	523,3	523,3	523,3
Tul.utama	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150



Gambar 7.2 Rencana penulangan pelat C2

7.2 Perhitungan Struktur Pelat Atap

Struktur pelat atap yang dihitung pada bab ini merupakan pelat yang dikelilingin oleh balok. Contoh perhitungan ditinjau pelat pada lantai 2.



Gambar 7.3 Panel pelat atap

Data perencanaan :

Tipe Pelat	= T1
Lx	= 2,8 m
Ly	= 4 m
Tebal pelat	= 120 mm
f'c	= 35 Mpa
fy	= 400 Mpa
β_1	= 0,8 (pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013)
Diameter tulangan	= 10 mm
dx	= 95 mm
dy	= 85 mm

7.2.1 Pembebanan Struktur Pelat Lantai

Pada analisa perhitungan pelat atap dengan dimensi 2,8 m x 4 m.

a. Beban mati pelat yang ditinjau :

Beban pelat (12 cm)	= 288 kg/m^2
Ducting Mechanical (ME)	= 19 kg/m^2
Beban plafond	= 5 kg/m^2
Beban penggantung plafond	= 10 kg/m^2 +
Total beban mati pelat (q DL)	= 322 kg/m^2

b. Beban hidup pelat yang ditinjau :

Beban hidup atap datar (q LL) = 96 kg/m^2

c. Beban ultimate rencana

q_u = 1,2 qDL + 1.6 qLL + 0.5 Lr

= (1,2 x 322 kg/m^2) + (0,5 x 96 kg/m^2)

= 434,4 kg/m^2

7.2.2 Analisis Struktur Pelat Atap

Analisis struktur pelat atap bertujuan untuk mencari diameter dan jarak tulangan utama pelat berdasarkan momen lentur

yang bekerja pada pelat atap. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.

a. Momen-momen pada pelat :

$M_{lapangan\ x}$ $=M_{11}$=343 kg m

$M_{lapngan\ y}$ $=M_{22}$= 330 kg m

$M_{tumpuan\ x}$ $=M_{11}$=-1165 kg m

$M_{tumpuan\ y}$ $=M_{22}$= -880 kg m

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4000mm}{2800mm} = 1{,}43 \leq 2 \rightarrow DuaArah$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85xfc'} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho_{\min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{400Mpa} = 0{,}0019$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x\beta_1 xfc.}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x0{,}8\ \ x35.}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0268$$

b. Lapangan Arah X

$M_{11} = M_u$ = 343 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{343x10^4}{0{,}8} = 4287500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{4287500Nmm}{1000mmx(95mm)^2} = 0{,}48$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13,44x0,48}{400}\right)}\right) = 0,0012$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 < 0,0012 < 0,0268 \rightarrow Tidak$

  Berdasarkan pasal 10.5.3 SNI 2847:2013 apabila *ρ min* lebih besar dari *ρ,* maka *ρ* diperbesar 30%.

  $1,3\rho = 1,3x0,0012 = 0,0016$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0016x1000mm^2x95mm^2 = 147,87mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D10-150

  $Aspakai = 0,25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523,3mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $147,87mm^2 < 523,3mm^2 \rightarrow OK$

c. Lapangan Arah Y

   $M_{22} = M_u = 330$ kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{330x10^4}{0,8} = 4125000Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{4125000Nmm}{1000mmx(85mm)^2} = 0,57$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13,44x0,57}{400}\right)}\right) = 0,0014$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 < 0,0014 < 0,0268 \rightarrow Tidak$

  Berdasarkan pasal 10.5.3 SNI 2847:2013 apabila ρ *min* lebih besar dari ρ, maka ρ diperbesar 30%.

  $1,3\rho = 1,3x0,0014 = 0,0019$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0019x1000mm^2x85mm^2 = 159,26mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D10-150

  $$Aspakai = 0,25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523,3mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$159{,}26mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$$

d. Tumpuan Arah X

$M_{11} = M_u$ =-1165 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{1165x10^4}{0.8} = 14562500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{14562500Nmm}{1000mmx(95mm)^2} = 1{,}61$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}61}{400}\right)}\right) = 0{,}0041$$

- Cek persyaratan :

  $$\rho\min < \rho < \rho\max$$

  $$0.0019 < 0{,}0041 < 0.0268 \rightarrow Memenuhi$$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $$Asperlu = 0{,}0041x1000mm^2x95mm^2 = 394{,}22mm^2$$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $$S_{\max} \leq 2h$$

  $$S_{\max} \leq 2x120mm$$

  $$S_{\max} \leq 240mm$$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D10-150

  $$Aspakai = 0{,}25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523{,}3mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$394{,}22mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$$

e. Tumpuan Arah Y

$M_{22} = M_u$ =-880 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{880x10^4}{0{,}8} = 11000000Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x{}^2} = \frac{11000000Nmm}{1000mmx(85mm)^2} = 1{,}52$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}52}{400}\right)}\right) = 0{,}0039$$

- Cek persyaratan :

  $$\rho\min < \rho < \rho\max$$

  $$0{,}0019 < 0{,}0039 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $$Asperlu = 0{,}0039x1000mm^2x85mm^2 = 332{,}26mm^2$$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $$S_{\max} \leq 2h$$

  $$S_{\max} \leq 2x120mm$$

  $$S_{\max} \leq 240mm$$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D10-100

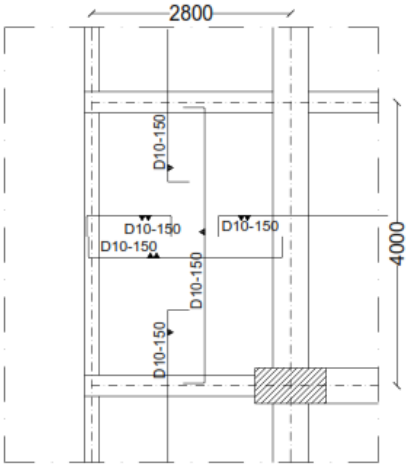
  $$Aspakai = 0{,}25x(10mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 523{,}3mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$332{,}26mm^2 < 523{,}3mm^2 \rightarrow OK$$

Tabel 7.2 Hasil perhitungan tulangan pelat atap

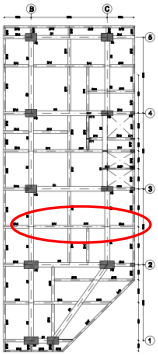
	Lapangan X	Lapangan Y	Tumpuan X	Tumpuan Y
Tebal pelat (mm)	120	120	120	120
M_u(kg m)	343	330	1165	880
As perlu	147,87	159,26	394,22	332,26
As pakai	523,3	523,3	523,3	523,3
Tul.utama	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150



Gambar 7.4 Rencana penulangan pelat T1

7.3 Perhitungan Balok Anak BA1

Balok anak ini digunakan pada lantai 1 hingga lantai atap. Sebagai contoh perhitungan diambil balok anak tipe BA1 pada lantai 2.



Gambar 7.5 Denah balok lantai 2

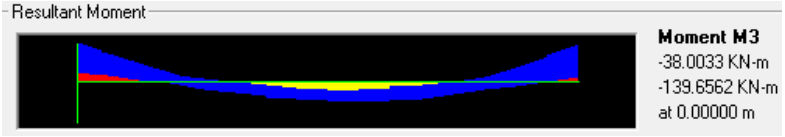
Data perencanaan :

Tipe balok	= BA1
Height	= 500 mm
Width	= 300 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 8 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 7,5 m
Diameter tulangan lentur	= 25 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 10 mm fy=400Mpa
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75

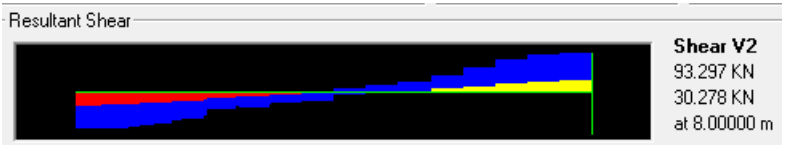
7.3.1 Analisis Struktur Balok Anak

Analisis struktur balok anak bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama balok berdasarkan momen lentur balok.

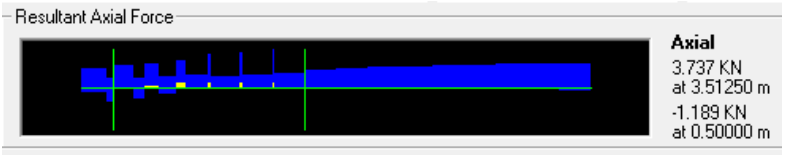
Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan kombinasi beban gravitasi dan gempa.



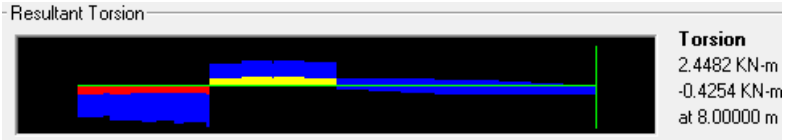
Gambar 7.6 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.7 Output geser SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.8 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.9 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)

$M_{tumpuan}$ = -139 kN m
$M_{lapangan}$ = 65 kN m
Vu = 93,29 kN
Pu = 3,7 kN
Tu = 2,4 kNm

a. Tumpuan

$$Mu = 139kNm$$

$$Mn = \frac{139kNm}{0,9} = 154,44kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 500mm - (40mm + 10mm + 25mm) = 425mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{139x10^6\ Nmm}{0,9x400x0,85x425mm} = 1068,82mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 3D25 dengan As=1472 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$1472mm^2 > 1068,82mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0.85\,fcb} = \frac{1472mm^2\,x400Mpa}{0,85x35Mpax300mm} = 65,97mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{65,92mm}{425mm} = 0,15$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0,3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0,15 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0,9x1472x400x\left(425 - \frac{65,97}{2}\right)x10^{-6} = 207,72kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$207{,}72kNm > 154{,}44kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum
   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy} bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400} 300x425 = 471mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1.4}{fy} bd = \frac{1.4}{400} x300x425 = 446mm^2$$

$$1472mm^2 > 471mm^2 > 446mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan
   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1472mm^2}{300mmx425mm} = 0{,}012$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\,fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0.0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0.025$$

$$0{,}012 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}012 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 3D25 dengan As=1472mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{300mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x25mm)}{2}$$

$$S = 62{,}5mm > 25mm \rightarrow OK$$

b. Lapangan

$$Mu = 65Nm$$

$$Mn = \frac{65Nm}{0{,}9} = 72{,}22kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 500mm - (40mm + 10mm + 25mm) = 425mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{65x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x425mm} = 499{,}81mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D25 dengan As=981 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$981mm^2 > 499{,}81mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{981mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax300mm} = 43{,}98mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{43{,}98mm}{425mm} = 0{,}1$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}1 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x981x400x\left(425 - \frac{43{,}98}{2}\right)x10^{-6} = 142{,}36kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$142{,}36kNm > 72{,}22kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}300x425 = 471mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x300x425 = 446mm^2$$

$$981mm^2 > 471mm^2 > 446mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{981mm^2}{300mmx425mm} = 0{,}007$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0.0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0.025$$

$0{,}007 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}007 < 0{,}025 \rightarrow OK$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D25 dengan As=981mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{300mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x25mm)}{1}$$

$$S = 150mm > 25mm \rightarrow OK$$

c. Tulangan geser
   $Vu = 93{,}29kN$

1. Menentukan tulangan geser terpasang

- $Vc = 0{,}17\lambda\sqrt{fc}bd$ Pasal 11.2.1.1 SNI 2847:2013

$$Vc = 0{,}17x1.\sqrt{35}x300x425 = 128230N = 128{,}23kN$$

$$\varphi Vc = 0{,}75x125{,}82kN = 96{,}17kN$$

Karena Vu < øV_c tidak perlu tulangan geser maka dipakai tulangan geser minimum
Pasal 11.4.7.1 SNI 2847:2013

- Jarak sengkang tidak boleh lebih dari :
  $\frac{d}{2} = \frac{425mm}{2} = 213mm$ pasal 11.4.5.1 SNI 2847:2013
- Pada tumpuan digunakan sengkang 2kaki Ø10-150 Av=157,08mm^2

$$Av_{\min} = 0{,}062\sqrt{fc}\,\frac{b_w s}{fy}$$

$$Av_{\min} = 0{,}062x\sqrt{35}x\frac{300x150}{240} = 69mm^2$$

$$Av_{pakai} > Av_{\min}$$

$$157{,}08mm^2 > 69mm^2 \rightarrow OK$$

- Pada lapangan digunakan sengkang 2kaki Ø10-200 Av=157,08mm^2

$$Av_{\min} = 0{,}062\sqrt{fc}\,\frac{b_w s}{fy}$$

$$Av_{\min} = 0{,}062x\sqrt{35}x\frac{300x200}{240} = 92mm^2$$

$$Av_{pakai} > Av_{\min}$$

$$157{,}08mm^2 > 92mm^2 \rightarrow OK$$

d. Tulangan torsi

$$T_u = 2{,}4kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{2{,}4kNm}{0{,}75} = 3{,}2kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 300mmx500mm = 150000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(300mm + 500mm) = 1600mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 112000mm^2$$

$$P_h = 1520mm$$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1.7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{93{,}29x10^3}{300x417}\right)^2 + \left(\frac{12x10^6 x1520}{1{,}7x112000^2}\right)^2} = 1{,}135$$

$$0,75\left(\frac{125,82x10^3}{300x417}+0,66\sqrt{35'}\right)=3,7$$

$$1,135 \le 3,7 \rightarrow OK$$

4. Torsi minimum

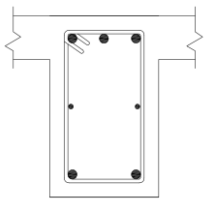
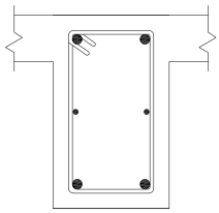
$T_{u\min} = \phi 0,083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$$T_{u\min} = 0,75x0,083x1\sqrt{35}\left(\frac{150000^2}{1600}\right)x10^{-6} = 5,2kNm$$

$T_u < T_{u\min} \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi.

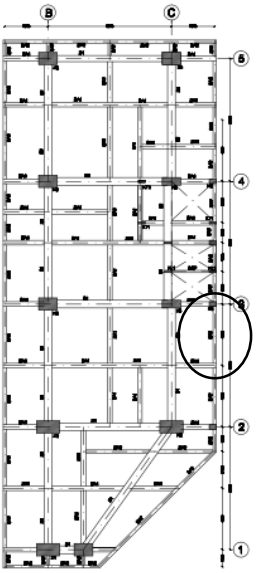
$3,2kNm < 5,2kNm \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi.

Tabel 7.3 Penulangan balok BA1

Tipe	BA1	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	300/500 mm	300/500 mm
Tul. Atas	3D25	2D25
Tul. Bawah	2D25	2D25
Sengkang	2Ø10-150mm	2Ø10-200mm
Tul Badan	D13	D13

7.4 Perhitungan Balok Anak BA2

Balok anak ini digunakan pada lantai 1 hingga lantai atap. Sebagai contoh perhitungan diambil balok anak tipe BA2 pada lantai 2.



Gambar 7.10 Denah balok lantai 2

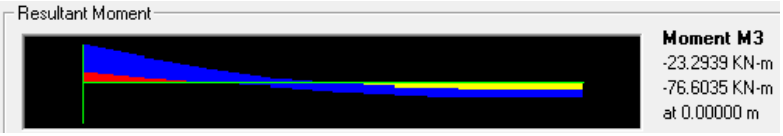
Data perencanaan :

Tipe balok	= BA2
Height	= 400 mm
Width	= 200 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 4 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 3,7 m
Diameter tulangan lentur	= 19 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 10 mm fy=240Mpa
Cover	= 40 mm

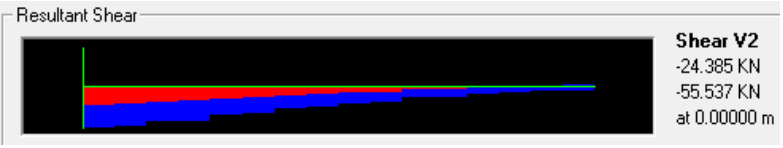
Faktor reduksi lentur = 0.9
Faktor reduksi geser = 0.75

7.4.1 Analisis Struktur Balok Anak

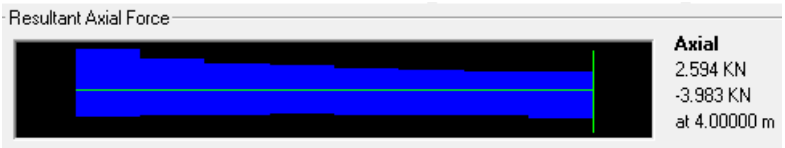
Analisis struktur balok anak bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama balok berdasarkan momen lentur balok. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan kombinasi beban gravitasi dan gempa.



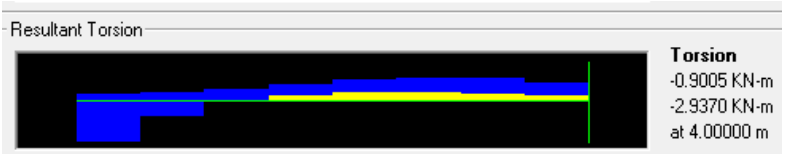
Gambar 7.11 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.12 Output geser SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.13 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.14 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)

$M_{tumpuan}$ = -76,6 kN m

$M_{lapangan}$ = 16 kN m
Vu = 55 kN
Pu = 2,3 kN
Tu = 2,9 kNm

a. Tumpuan

$$Mu = 76{,}6kNm$$

$$Mn = \frac{76{,}6kNm}{0{,}9} = 85{,}11kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm - (40mm + 10mm + 19mm +) = 322mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{76{,}6x10^6\,Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x322mm} = 778{,}62mm^2$$

Digunakan 2 lapis tulangan utama 2D19 dan 2D19 dengan As=1134mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$1134mm^2 > 778{,}62mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0.85\,fcb} = \frac{1134mm^2x400Mpa}{0{,}85x35Mpax300mm} = 76{,}20mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{76{,}20mm}{322mm} = 0{,}237$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}237 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x1134x400x\left(322 - \frac{76{,}20}{2}\right)x10^{-6} = 115{,}65kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$115{,}65kNm > 85{,}11kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum
   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x200x322 = 237{,}75mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1.4}{400}x200x322 = 225{,}05mm^2$$

$$1134mm^2 > 237{,}75mm^2 > 225{,}05mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan
   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1134mm^2}{200mmx322mm} = 0{,}0176$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0.0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$\rho < \rho_{maks}$ $\qquad$ $\rho < 0.025$

$0{,}0176 < 0{,}02678 \rightarrow OK$ $\qquad$ $0{,}0176 < 0{,}025 \rightarrow OK$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 2D19 dengan As=1134mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

b. Lapangan

$$Mu = 16kNm$$

$$Mn = \frac{1kNm}{0{,}9} = 17{,}77kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 331mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{16x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x331mm} = 157{,}97mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 157{,}97mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 38{,}1mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38{,}1mm}{431mm} = 0{,}088$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}088 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(331 - \frac{38{,}10}{2}\right)x10^{-6} = 63{,}64kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$63{,}64kNm > 21{,}11Nm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x200x331 = 244{,}78mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x200x331 = 231{,}7mm^2$$

$$567mm^2 > 244{,}78mm^2 > 231{,}7mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx321mm} = 0{,}0086$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0.0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$\rho < \rho_{maks}$ $\qquad$ $\rho < 0.025$

$0{,}0086 < 0{,}02678 \rightarrow OK$ $\qquad$ $0{,}0086 < 0{,}025 \rightarrow OK$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{300mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

c. Tulangan geser
   $Vu = 55kN$

1. Menentukan tulangan geser terpasang

- $Vc = 0.17\lambda\sqrt{fc}bd$ Pasal 11.2.1.1 SNI 2847:2013

  $Vc = 0.17x1.\sqrt{35}x200x331 = 64669N = 64{,}67kN$

  $\varphi Vc = 0{,}75x64{,}67kN = 48{,}50kN$

  Karena Vu > øV_c maka perlu tulangan geser
  Pasal 11.4.7.1 SNI 2847:2013

- $\phi(Vc + Vs) \geq Vu$ pasal 11.1.1 SNI 2847:2013

  $0{,}75(64{,}67kN + Vs) \geq 55kN$

  $Vs > 8{,}7kN$

  $$Vs = \frac{Avfyd}{s}$$

Jarak sengkang tidak boleh lebih dari :

$$\frac{d}{2} = \frac{331mm}{2} = 161mm$$ pasal 11.4.5.1 SNI 2847:2013

- Digunakan sengkang 2kaki Ø10-150 Av=157.08mm^2

$$Vs = \frac{157.08mm^2 x240MPax331mm}{150mm} = 80761N = 80,76kN$$

$$Vs > 8,7kN \qquad 80,67kN > 8,7kN \rightarrow OK$$

d. Tulangan torsi

$$T_u = 2,9kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{2,9kNm}{0,75} = 3,86kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 200mmx400mm = 80000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(200mm + 400mm) = 1200mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 54000mm^2$$

$$P_h = 1120mm$$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1.7A_{oh}{}^2}\right)^2} \leq \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{55x10^3}{200x322}\right)^2 + \left(\frac{2,9x10^6 x1120}{1,7x54000^2}\right)^2} = 1,2$$

$$0,75\left(\frac{64,67x10^3}{200x322} + 0,66\sqrt{35'}\right) = 3,5$$

$$1{,}135 \leq 3{,}7 \rightarrow OK$$

4. Torsi minimum

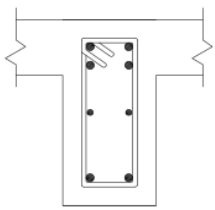
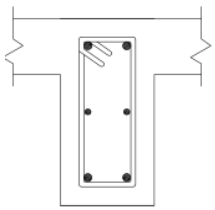
$$T_{u\min} = \phi 0{,}083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^{2}}{P_{cp}}\right)$$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$$T_{u\min} = 0{,}75x0{,}083x1\sqrt{35}\left(\frac{80000^{2}}{1200}\right)x10^{-6} = 3{,}3kNm$$

$T_u < T_{u\min} \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi.

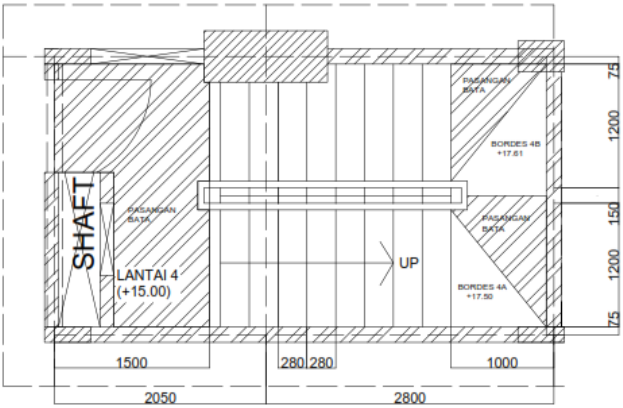
$2{,}9kNm < 3{,}3kNm \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi.

Tabel 7.4 Penulangan balok BA2

Tipe	BA2	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	200/400 mm	200/400 mm
Tul. Atas	4D19	2D19
Tul. Bawah	2D19	2D19
Sengkang	2Ø10-150mm	2Ø10-150mm
Tul Badan	D13	D13

7.5 Perhitungan Struktur Tangga

Struktur tangga yang dihitung meliputi pelat tangga, pelat bordes dan balok bordes. Contoh perhitungan ditinjau tangga yang menghubungkan lantai 4 dengan lantai 5.



Gambar 7.15 Detail tangga lantai 4

Data perencanaan :

Beton fc’	= 35 MPa
fy	= 400 MPa
Tebal pelat tangga	= 120 mm
Tebal pelat bordes	= 120 mm
Panjang miring	= 300 cm
Panjang bordes	= 255 cm
Lebar tangga	= 120 cm
Lebar bordes	= 100 cm
β_1	= 0,8 (pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013)
dx	= 95 mm
dy	= 85 mm
Tul.utama	= 12 mm

7.5.1 Pembebanan Struktur Pelat Tangga dan Bordes

Pelat tangga dan pelat bordes menerima kombinasi beban ultimit dari beban mati dan beban hidup.

a. Pelat tangga

- Beban mati pelat yang ditinjau :

  Beban sendiri pelat (12 cm)

  $$= \frac{tpelat}{\cos\alpha} x2400kg/m^3 xLebar \tan gga$$

  $$= \frac{0.12m}{\cos 37,6} x2400kg/m^3 x1.2m = 348kg/m^2$$

  Beban *floor hardener* (50mm) = 3 kg/m^2
  Beban pasangan bata = 36 kg/m^2 +
  Total beban mati (qDL) = 387 kg/m^2

- Beban hidup pelat yang ditinjau

  Beban hidup tangga = 479 kg/m^2

- Beban ultimate rencana

  qu = 1,2 qDL + 1,6 qLL + 0,5 Lr
  = (1,2 x 387 kg/m2) + (1,6 x 479 kg/m2) + 0
  = 1230,8 kg/m^2

b. Pelat bordes

- Beban mati pelat yang ditinjau :

  Beban sendiri pelat (12 cm) = 288 kg/m^2
  Beban *floor hardener* (50mm) = 3 kg/m^2
  Beban pasangan bata = 36 kg/m^2 +
  Total beban mati (qDL) = 327 kg/m^2

- Beban hidup pelat yang ditinjau

  Beban hidup = 479 kg/m^2

- Beban ultimate rencana

  qu = 1,2 qDL + 1,6 qLL + 0,5 Lr

= (1,2 x 327 kg/m2) + (1,6 x 479 kg/m2) + 0
= 1158,8 kg/m2

7.5.2 Analisis Struktur Pelat Tangga

Analisis struktur pelat bertujuan untuk mencari diameter dan jarak tulangan utama pelat tangga berdasarkan momen lentur yang bekerja pada pelat tangga. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.

a. Momen-momen pada pelat :
$M_{tumpuan\ x}$ $=M_{11}$=-2449,99 kg m
$M_{tumpuan\ y}$ $=M_{22}$=-2286,66 kg m

$$m = \frac{fy}{0{,}85xfc'} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho_{\min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{400Mpa} = 0{,}0019$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x\beta_1 xfc.}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x0{,}8\ \ x35.}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0268$$

b. Tulangan Arah X
$M_{11} = M_u$ =-2449,99 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{2449{,}99x10^4}{0{,}8} = 30624875Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x{}^2} = \frac{30624875Nmm}{1200mmx(95mm)^2} = 2{,}9$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13,44x2,9}{400}\right)}\right) = 0,0077$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 < 0,0077 < 0,0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0077x1200mm^2 x95mm^2 = 877,38mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D13-120

  $$Aspakai = 0,25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1200mm}{120mm}\right) = 1327mm^2$$

  $Asperlu < Aspakai$

  $877,38mm^2 < 1327mm^2 \rightarrow OK$

c. TulanganArah Y

$M_{22} = M_u$ =-2286,6 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{2286,6x10^4}{0,8} = 28582500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{28582500Nmm}{1200mmx(85mm)^2} = 3,7$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13,44x3,7}{400}\right)}\right) = 0,0098$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 < 0,0098 < 0,0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0098x1200mm^2 x85mm^2 = 1121,75mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D13-120

  $Aspakai = 0,25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1200mm}{120mm}\right) = 1327mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $1121,75mm^2 < 1327mm^2 \rightarrow OK$

d. Tulangan bagi

Berdasarkan pasal 7.12.12.1 ρ tulangan susut adalah 0,002

$A_s = \rho_{\min} bh$

$A_s = 0,002x1000mmx120mm = 228mm^2$

$S_{max}<5h$ atau $S_{max}<450mm$ pasal 7.12.2.2 SNI 2847:2013

S_{max}= 5x120mm=600mm

- Dipakai tulangan Ø8

$$S = \frac{0,25x\pi xd^2xb}{Assusut}$$

$$S = \frac{0,25x\pi x(8mm)^2x1000mm}{228mm^2} = 220,35mm$$

$$S_{pakai} = 150mm$$

- Dipakai tulangan Ø8-150mm

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi xd^2xb}{S_{pakai}}$$

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi x(8mm)^2x1000mm}{150mm} = 334,93mm^2$$

$$As_{pakai} \geq As_{susut}$$

$$334,93mm^2 \geq 228mm^2 \rightarrow OK$$

7.5.3 Analisis Struktur Pelat Bordes

Analisis struktur pelat bertujuan untuk mencari diameter dan jarak tulangan utama pelat bordes berdasarkan momen lentur yang bekerja pada pelat bordes. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.

a. Momen-momen pada pelat :

$M_{tumpuan\ x}$ $=M_{11}$=-2917,40 kg m

$M_{tumpuan\ y}$ $=M_{22}$=-2642,95 kg m

$$m = \frac{fy}{0,85xfc'} = \frac{400MPa}{0,85x35Mpa} = 13,44$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400Mpa} = 0,0019$$

$$\rho_{maks} = 0,75x\frac{0.85x\beta_1 xfc.}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75x\frac{0,85x0,8x35.}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0268$$

b. Tumpuan Arah X

$M_{11} = M_u$ =-2917,40 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{2917,40x10^4}{0,8} = 36467500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{36467500Nmm}{1000mmx(94mm)^2} = 4,2$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13,44x4,2}{400}\right)}\right) = 0,0113$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 < 0,0113 < 0,0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0113x1000mm^2 x94mm^2 = 1055,11mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D13-120

$$Aspakai = 0,25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{120mm}\right) = 1327mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$1055,11mm^2 < 1327mm^2 \rightarrow OK$$

c. Tulangan Arah Y

$M_{22} = M_u$ =-2642,95 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{2642,95x10^4}{0,8} = 33036875Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{33036875Nmm}{1000mmx(81mm)^2} = 5,1$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13,44x5,1}{400}\right)}\right) = 0,0141$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 < 0,0141 < 0,0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0141x100mm^2 x81mm^2 = 1133,24mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x120mm$

  $S_{\max} \leq 240mm$

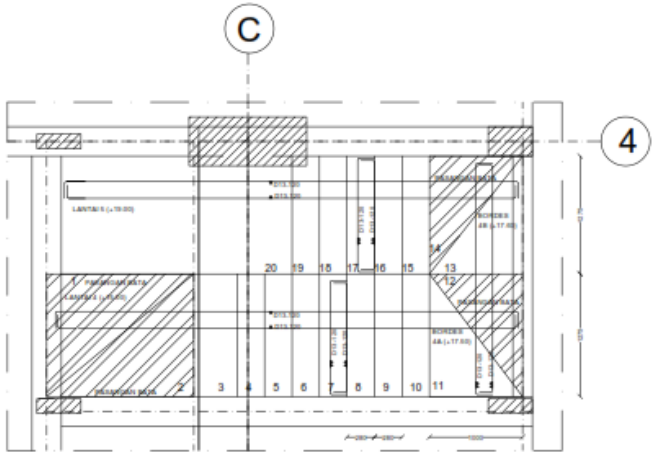
- Tulangan pakai

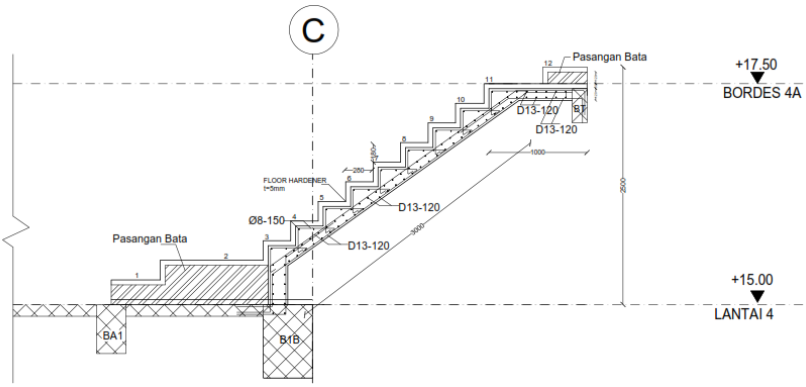
  Dipakai tulangan D13-120

$$Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{120mm}\right) = 1327mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$1133{,}24mm^2 < 1327mm^2 \rightarrow OK$$





Gambar 7.16 Rencana penulangan pelat tangga dan bordes

7.6 Perhitungan Balok Bordes

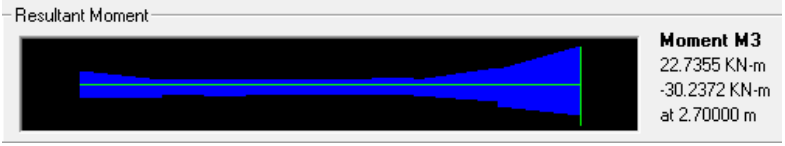
Balok bordes direncanakan untuk memikul beban mati dan beban hidup dari tangga. Sebagai contoh perhitungan akan ditinjau dari balok bordes pada tangga yang menghubungkan lantai 4 dengan lantai 5.

Data perencanaan :

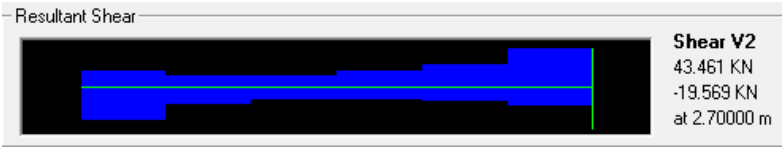
Tipe balok	= BT 1
Height	= 350 mm
Width	= 200 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 2,55 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 2,4 m
Diameter tulangan lentur	= 12 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 10 mm fy=400Mpa
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75

7.6.1 Analisis Struktur Balok Bordes

Analisis struktur balok bordes bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama balok berdasarkan momen lentur balok. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan kombinasi beban gravitasi dan gempa.



Gambar 7.17 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 7.18 Output geser SAP2000 (ENVELOPE)

$M_{tumpuan}$ = -30,23 kN m
$M_{lapangan}$ = 7,5 kN m
Vu = 43 kN

a. Tumpuan

$$Mu = 30{,}23kNm$$

$$Mn = \frac{30{,}23kNm}{0{,}9} = 33{,}59kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 350mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 281mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{30{,}23x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x281mm} = 351{,}57mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 351{,}57mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 38{,}1$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38{,}1mm}{281mm} = 0{,}136$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0.8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}136 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(281 - \frac{38{,}1}{2}\right)x10^{-6} = 53{,}44kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$53{,}44kNm > 33{,}59kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}200x281 = 207{,}8mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x200x281 = 196{,}7mm^2$$

$$567mm^2 > 207{,}8mm^2 > 196{,}7mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx281mm} = 0{,}01$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$0{,}75\rho_b = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < 0{,}75\rho_b \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}01 < 0{,}02678 \rightarrow OK \;\; 0{,}01 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

b. Lapangan

$$Mu = 7{,}5kNm$$

$$Mn = \frac{7{,}5kNm}{0{,}9} = 8{,}33kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 350mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 281mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{7{,}5x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x281mm} = 87{,}22mm^2$$

   Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=265mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 87,22mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{567mm^2 x400Mpa}{0,85x35Mpax200mm} = 38,1$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38,1mm}{281mm} = 0,01$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0,3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0,01 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0,9x567x400x\left(281 - \frac{38,1}{2}\right)x10^{-6} = 53,44kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$53,44kNm > 8,33kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}200x281 = 207,8mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x200x281 = 196,7mm^2$$

$$567mm^2 > 207{,}8mm^2 > 196{,}7mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan
   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx281mm} = 0{,}01$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$0{,}75\rho_b = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < 0{,}75\rho_b \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}01 < 0{,}02678 \rightarrow OK \;\; 0{,}01 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

c. Tulangan geser
   $Vu = 43kN$

1. Menentukan tulangan geser terpasang
   $Vc = 0{,}17\lambda\sqrt{fc}bd$ Pasal 11.2.1.1 SNI 2847:2013

$$Vc = 0{,}17x1.\sqrt{35}x200x281 = 56522N = 56{,}52kN$$

$$\varphi Vc = 0{,}75x56{,}52kN = 42{,}39kN$$

Karena Vu > øV_c maka perlu tulangan geser

Pasal 11.4.7.1 SNI 2847:2013

$\phi(Vc + Vs) \geq Vu$ pasal 11.1.1 SNI 2847:2013

$$0{,}75(56{,}52kN + Vs) \geq 43kN$$

$$Vs > 0{,}8kN$$

$$Vs = \frac{Avfyd}{s}$$

Jarak sengkang tidak boleh lebih dari :

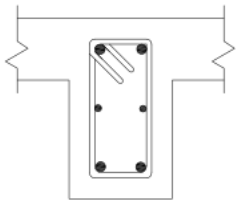
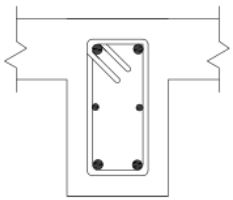
$\frac{d}{2} = \frac{331mm}{2} = 161mm$ pasal 11.4.5.1 SNI 2847:2013

Digunakan sengkang 2kaki Ø10-150 Av=157.08mm^2

$$Vs = \frac{157{,}08mm^2 x240MPax331mm}{150mm} = 80761N = 80{,}76kN$$

$$Vs > 0{,}8kN \qquad 80{,}67kN > 0{,}8kN \rightarrow OK$$

Tabel 7.5 Penulangan balok bordes

Tipe	BALOK BORDES (BT)	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	200/350 mm	200/350 mm
Tul. Atas	2D19	2D19
Tul. Bawah	2D19	2D19
Sengkang	2Ø10-150mm	2Ø10-150mm
Tul Badan	D13	D13

7.7 Perhitungan Balok Penggantung Lift

7.7.1 Kapasitas lift

Kapasitas lift disesuaikan dengan jumlah lantai bangunan dan jumlah penumpang yang akan menggunakannya. Pada gedung ini direncanakan menggunakan 2 buah lift dengan kapasitas angkut masing-masing 10 orang (700kg).

7.7.2 Data teknis

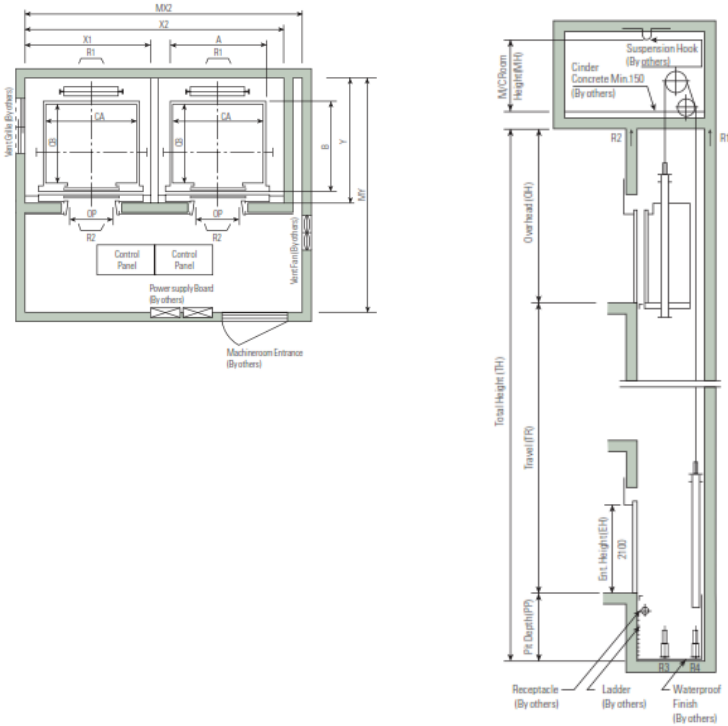
Perhitungan balok penggantung lift dengan kapasitas 700 kg dengan menggunakan data berikut :

Tabel 7.6 Spesifikasi lift produksi Hyundai Elevator

Capacity (Person/Kg)	Speed (m/sec)	Clear Opening (OP)	M/C Room Reaction (kg)	
			R1	R2
10/700	1,5	800 mm	4200	2700

Tabel 7.7 Lanjutan

Car (mm)		Hostway (mm)		Machine Room Size (mm)	
Internal	Eksternal	X2	Y	MX2	MY
CA x CB	A x B				
1400x1250	1460x1405	3700	1850	4000	3600



Gambar 7.19 Elevator Hyundai Luxen

Berdasarkan reaksi beban lift akan didapatkan beban terpusat pada balok lift :

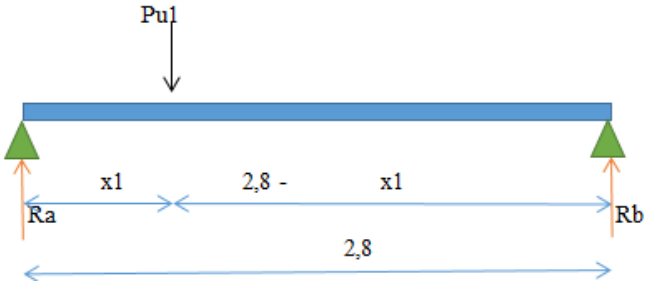
Data perencanaan :

R1	= 4200 kg
R2	= 2700 kg
Panjang balok	= 2,8 m
Height	= 400 mm
Width	= 200 mm
Diameter tulangan lentur	= 19 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan gese r	= 10 mm fy=400Mpa

Cover = 40 mm
Faktor reduksi lentur = 0,9
Faktor reduksi geser = 0,75
Beban terpusat :

$$R_a = R1xKLL = 4700x(1+50\%) = 6300kg$$

$$R_b = R2xKLL = 2700x(1+50\%) = 4050kg$$



$$\sum MB = 0$$

$$R_a L - P_{U1}(2{,}8 - x1) = 0$$

$$P_{U1} = \frac{6300x2{,}8}{2{,}8 - x1}$$

$$P_{U1} = \frac{17640kg}{2{,}8 - x1}$$

$$\sum MA = 0$$

$$-R_b 2{,}8 + P_{U1}x1 = 0$$

$$P_{U1} = \frac{4050x2{,}8}{x1} = \frac{11340kg}{x1}$$

$$P_{U1} = P_{U1}$$

$$\frac{17640kg}{2{,}8 - x1} = \frac{11340kg}{x1}$$

$$17640x1 = 31752 - 11340x1$$

$$28980x1 = 31752$$

$$x1 = \frac{31752}{28980} = 1{,}096m$$

$$P_{u1} = \frac{11340kg}{x1} = \frac{11340kg}{1{,}096} = 10350kg$$

Beban terpusat yang bekerja pada balok lift adalah 10350 kg.

7.7.3 Analisis Struktur Balok Penggantung Lift

Berdasarkan hasil analisis program SAP2000 didapatkan gaya dalam balok lift akibat kombinasi 1,4D :

$M_{tumpuan}$= -8,6 kNm
$M_{lapangan}$= 41,7 kNm
Vu = 98,3 kN

a. Tumpuan

$$Mu = -8{,}6kNm$$

$$Mn = -\frac{8{,}6kNm}{0{,}9} = 9{,}56kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 331mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{8{,}6x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x331mm} = 84{,}9mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 84{,}9mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 25{,}4mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{25{,}4mm}{331mm} = 0{,}115$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0.8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}115 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(331 - \frac{25{,}4}{2}\right)x10^{-6} = 63{,}65kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$63{,}65kNm > 9{,}55kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}200x331 = 244{,}78mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x200x331 = 231{,}7mm^2$$

$$567mm^2 > 244{,}78mm^2 > 231{,}7mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx331mm} = 0{,}0085$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$0{,}75\rho_b = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < 0{,}75\rho_b \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0085 < 0{,}02678 \rightarrow OK \;\; 0{,}0085 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

b. Lapangan

$$Mu = 41{,}7kNm$$

$$Mn = \frac{41{,}7kNm}{0{,}9} = 46{,}33kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 331mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{41{,}7x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x331mm} = 411{,}7mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 411{,}7mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 38{,}1$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38{,}1mm}{331mm} = 0{,}115$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0.8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}115 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(331 - \frac{38{,}1}{2}\right)x10^{-6} = 63{,}65kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$63{,}65kNm > 46{,}33kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}200x331 = 244{,}78mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x200x431 = 231,7mm^2$$

$$603mm^2 > 244,78mm^2 > 231,7mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx331mm} = 0,0085$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0,85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$0,75\rho_b = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < 0,75\rho_b \qquad \rho < 0,025$$

$$0,0085 < 0,02678 \rightarrow OK \;\; 0,0085 < 0,025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{2}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

C. Tulangan geser

$$Vu = 98,3kN$$

1. Menentukan tulangan geser terpasang

$Vc = 0{,}17\lambda\sqrt{fc}bd$ Pasal 11.2.1.1 SNI 2847:2013

$Vc = 0{,}17x1.\sqrt{35}x200x331 = 66580N = 66{,}58kN$

$\varphi Vc = 0{,}75x66{,}58kN = 49{,}94kN$

Karena Vu > øV_c maka perlu tulangan geser
Pasal 11.4.7.1 SNI 2847:2013

$\phi(Vc + Vs) \geq Vu$ pasal 11.1.1 SNI 2847:2013

$0{,}75(66{,}58kN + Vs) \geq 98{,}3kN$

$Vs > 64kN$

$$Vs = \frac{Avfyd}{s}$$

Jarak sengkang tidak boleh lebih dari :

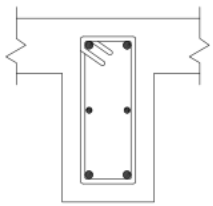
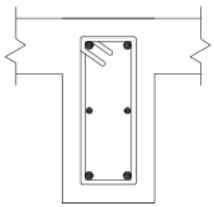
$\frac{d}{2} = \frac{331mm}{2} = 161mm$ pasal 11.4.5.1 SNI 2847:2013

Digunakan sengkang 2kaki Ø10-150 Av=157.08mm^2

$$Vs = \frac{157{,}08mm^2 x240MPax331mm}{150mm} = 80761N = 80{,}76kN$$

$Vs > 64kN \qquad 80{,}67kN > 64kN \rightarrow OK$

Tabel 7.8 Penulangan balok penggantung lift

Tipe	BALOK PENGGANTUNG LIFT	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	200/400 mm	200/350 mm

Tul. Atas	2D19	2D19
Tul. Bawah	2D19	2D19
Sengkang	2Ø10-150mm	2Ø10-150mm
Tul Badan	D13	D13

7.8 Perhitungan Dinding Basement

Dinding basement direncanakan untuk memikul beban lateral tanah dengan kedalaman 3.2 meter dan jenis tanah yang ditahan oleh dinding basement adalah tanah lanau.

Data perencanaan :

Tinggi = 3,2 m
Panjang = 4 m
Tebal dinding =200mm(pasal 14.5.3 SNI 2847:2013)
f'c = 35 Mpa
fy = 400 Mpa
β_1 = 0,8 (pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013)
Diameter tulangan = 13 mm
dx = 172 mm
dy = 156 mm
ρmin tul.vetikal =0,0015 (pasal 14.3.2 SNI 2847:2013)
ρmin tul.horizontal =0,0025 (pasal 14.3.3 SNI 2847:2013)

7.8.1 Analisis Struktur Dinding Basement

Analisis struktur dinding basement bertujuan untuk mencari diameter dan jarak tulangan utama dinding basement berdasarkan momen lentur yang bekerja pada dinding basement. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 akibat beban kombinasi 1.6H.

a. Momen-momen pada dinding :
$M_{lapangan\ vertikal}$ $=M_{11}$=1468,91 kg m
$M_{lapngan\ horizontal}$ $=M_{22}$= 1469,85 kg m

$M_{tumpuan\ vertikal}$ =M_{11}=-4433 kg m
$M_{tumpuan\ horizontal}$=M_{22}= -3613 kg m

$$m = \frac{fy}{0{,}85xfc'} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x\beta_1 xfc.}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x\frac{0{,}85x0{,}8\ \ x35.}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0268$$

b. Lapangan Vertikal
M_{11} = M_u = 1468,91 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{1468{,}91x10^4}{0{,}8} = 18361375Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{18361375Nmm}{1000mmx(172mm)^2} = 0{,}6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13{,}44x0{,}6}{400}\right)}\right) = 0{,}0014$$

1. Cek persyaratan :
$\rho\min < \rho < \rho\max$
$0{,}0015 < 0{,}0014 < 0{,}0268 \rightarrow Tidak$
Jadi digunakan ρ 0.0015 pasal 14.3.2 SNI 2847:2013
2. $Asperlu = \rho xbxd$
$Asperlu = 0{,}0015x1000mm^2x172mm^2 = 258mm^2$

3. Kontrol jarak spasi tulangan
   Pasal 14.3.5 SNI 2847:2013

$$S_{\max} \leq 3t$$

$$S_{\max} \leq 3x200mm$$

$$S_{\max} \leq 600mm$$

$$S_{\max} \leq 450mm$$

4. Tulangan pakai
   Dipakai tulangan D13-150

$$Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 1061mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$258mm^2 < 1061mm^2 \rightarrow OK$$

c. Lapangan Horizontal
   $M_{22} = M_u = 1469{,}85$ kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{1469{,}85x10^4}{0{,}8} = 18373125Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x{}^2} = \frac{18373125Nmm}{1000mmx(156mm)^2} = 0{,}75$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x0{,}75}{400}\right)}\right) = 0{,}0019$$

1. Cek persyaratan :

$$\rho\min < \rho < \rho\max$$

$$0{,}0025 < 0{,}0019 < 0{,}0268 \rightarrow Tidak$$

   Jadi digunakan ρ 0,0025 pasal 14.3.3 SNI 2847:2013

2. $Asperlu = \rho xbxd$

   $Asperlu = 0{,}0025x1000mm^2 x156mm^2 = 390mm^2$

3. Kontrol jarak spasi tulangan
   Pasal 14.3.5 SNI 2847:2013

   $S_{\max} \leq 3t$

   $S_{\max} \leq 3x200mm$

   $S_{\max} \leq 600mm$

   $S_{\max} \leq 450mm$

4. Tulangan pakai
   Dipakai tulangan D13-150

   $$Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 1061mm^2$$

   $Asperlu < Aspakai$

   $390mm^2 < 1061mm^2 \rightarrow OK$

d. Tumpuan Vertikal
   $M_{11} = M_u$ =-4433 kg m

   $$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{4433x10^4}{0{,}8} = 55412500Nmm$$

   $$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{55412500Nmm}{1000mmx(172mm)^2} = 1{,}87$$

   $$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

   $$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}87}{400}\right)}\right) = 0{,}0048$$

1. Cek persyaratan :

$$\rho\min < \rho < \rho\max$$

$$0{,}0015 < 0{,}0048 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$$

2. $Asperlu = \rho xbxd$

$$Asperlu = 0{,}0048x1000mm^2x172mm^2 = 832{,}5mm^2$$

3. Kontrol jarak spasi tulangan
   Pasal 14.3.5 SNI 2847:2013

$$S_{\max} \leq 3t$$

$$S_{\max} \leq 3x200mm$$

$$S_{\max} \leq 600mm$$

$$S_{\max} \leq 450mm$$

4. Tulangan pakai
   Dipakai tulangan D13-150

$$Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2\, x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 1061mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$832{,}5mm^2 < 1061mm^2 \rightarrow OK$$

e. Tumpuan Horizontal
   $M_{22} = M_u$ =-3613 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{3613x10^4}{0{,}8} = 45162500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x{}^2} = \frac{45162500Nmm}{1000mmx(156mm)^2} = 1{,}86$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}86}{400}\right)}\right) = 0{,}0048$$

1. Cek persyaratan :

   $\rho \min < \rho < \rho \max$

   $0{,}0025 < 0{,}0048 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$

2. $Asperlu = \rho xbxd$

   $Asperlu = 0{,}0048x1000mm^2 x156mm^2 = 747{,}86mm^2$

3. Kontrol jarak spasi tulangan
   Pasal 14.3.5 SNI 2847:2013

   $S_{\max} \leq 3t$

   $S_{\max} \leq 3x200mm$

   $S_{\max} \leq 600mm$

   $S_{\max} \leq 450mm$

4. Tulangan pakai
   Dipakai tulangan D13-150

   $Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{150mm}\right) = 1061mm^2$

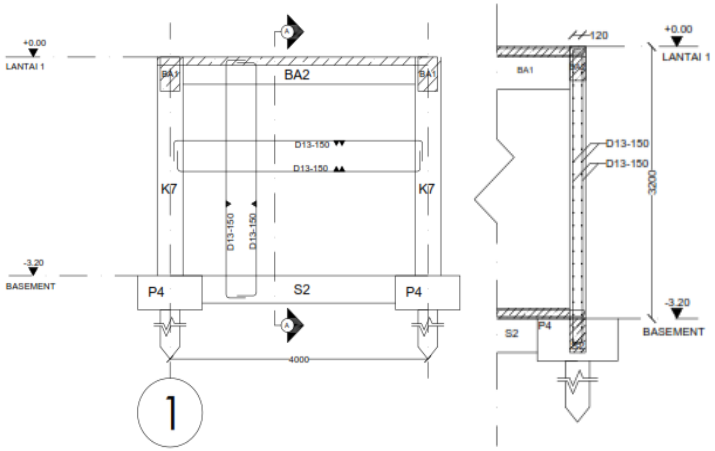
   $Asperlu < Aspakai$

   $747{,}86mm^2 < 1061mm^2 \rightarrow OK$

Tabel 7.9 Tulangan Dinding Basement

	Lapangan Vertikal	Lapangan Horizontal	Tumpuan Vertikal	Tumpuan Horizontal
Tebal (mm)	200	200	200	200
M_u(kg m)	1468,91	1469,85	4433	3613
As perlu	269,72	390	832,5	747,86
As pakai	1061	1061	1061	1061

Tul.utama	D13-150	D13-150	D13-150	D13-150



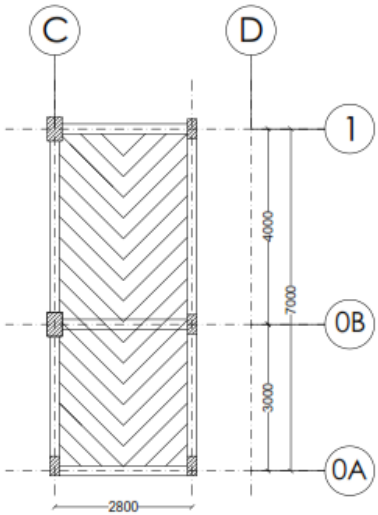
Gambar 7.20 Rencana penulangan dinding basement

7.9 Perhitungan Ramp Parkir

Ramp parkir berfungsi sebagai jalur akses kendaraan menuju tempat parkir yang berada di lantai basement. Ramp parkir direncanakan untuk mobil golongan I.

Data perencanaan :

Tinggi	= 1,5 m
Panjang	= 7 m
Tebal pelat	= 200mm
f'c	= 35 Mpa
fy	= 400 Mpa
β_1	= 0,8 (pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013)
Diameter tulangan	= 13 mm
dx	= 155 mm
dy	= 145 mm



Gambar 7.21 Denah ramp parkir

7.9.1 Analisis Struktur Pelat Ramp Parkir

Analisis struktur ramp parkir bertujuan untuk mencari diameter dan jarak tulangan utama pelat ramp berdasarkan momen lentur yang bekerja pada pelat ramp. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.

a. Momen-momen pada pelat :

$M_{lapangan\ x}$ $=M_{11}$=654,20kg m

$M_{lapngan\ y}$ $=M_{22}$= 503,58 kg m

$M_{tumpuan\ x}$ $=M_{11}$=-3278,37 kg m

$M_{tumpuan\ y}$ $=M_{22}$= -2115,14 kg m

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3000mm}{2800mm} = 1{,}1 \leq 2 \rightarrow DuaArah$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85xfc'} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400Mpa} = 0,0019$$

$$\rho_{maks} = 0,75x\frac{0,85x\beta_1 xfc.}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75x\frac{0,85x0,8\ \ x35.}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0268$$

b. Lapangan Arah X

$M_{11} = M_u$ =654,20 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{654,20x10^4}{0,8} = 8177500Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{8177500Nmm}{1000mmx(154mm)^2} = 0,34$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1-\sqrt{1-\left(\frac{2x13,44x0,34}{400}\right)}\right) = 0,0009$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0,0019 > 0,0009 < 0,0268 \rightarrow Tidak$

  Berdasarkan pasal 10.5.3 SNI 2847:2013 apabila *ρ min* lebih besar dari *ρ,* maka *ρ* diperbesar 30%.

  $1,3\rho = 1,3x0,0009 = 0,0011$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0,0011x1000mm^2 x155mm^2 = 172,46mm^2$

- Kontrol jarak spasi tulangan

Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

$$S_{\max} \leq 2h$$

$$S_{\max} \leq 2x200mm$$

$$S_{\max} \leq 400mm$$

- Tulangan pakai

  Dipakai tulangan D13-200

$$Aspakai = 0,25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{200mm}\right) = 796mm^2$$

$$Asperlu < Aspakai$$

$$172,46mm^2 < 796mm^2 \rightarrow OK$$

c. Lapangan Arah Y

$M_{22} = M_u = 503,58$kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{503,58x10^4}{0,8} = 6294750Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{6294750Nmm}{1000mmx(141mm)^2} = 0,32$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13,44x0,32}{400}\right)}\right) = 0,0008$$

- Cek persyaratan :

$$\rho\min < \rho < \rho\max$$

$$0,0019 > 0,0008 < 0,0268 \rightarrow Tidak$$

Berdasarkan pasal 10.5.3 SNI 2847:2013 apabila *ρ min* lebih besar dari *ρ,* maka *ρ* diperbesar 30%.

$$1,3\rho = 1,3x0,0008 = 0,0010$$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0{,}0010x1000mm^2 x141mm^2 = 146{,}40mm^2$
- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x200mm$

  $S_{\max} \leq 400mm$
- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D13-200

  $Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{200mm}\right) = 796mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $146{,}40mm^2 < 796mm^2 \rightarrow OK$

d. Tumpuan Arah X
   $M_{11} = M_u$ =-3278,37 kg m

   $$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{3278{,}37x10^4}{0.8} = 40979625Nmm$$

   $$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{40979625Nmm}{1000mmx(154mm)^2} = 1{,}74$$

   $$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

   $$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}74}{400}\right)}\right) = 0{,}0045$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0.0019 < 0{,}0045 < 0.0268 \rightarrow$ Memenuhi

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0{,}0045x1000mm^2 x154mm^2 = 688{,}16mm^2$
- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{\max} \leq 2h$

  $S_{\max} \leq 2x200mm$

  $S_{\max} \leq 400mm$
- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D13-200

  $Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{200mm}\right) = 796mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $688{,}16mm^2 < 796mm^2 \rightarrow OK$

e. Tumpuan Arah Y
$M_{22} = M_u$ =-2115,14 kg m

$$M_n = \frac{M_u}{\theta} = \frac{2115{,}14x10^4}{0.8} = 26439250Nmm$$

$$R_n = \frac{Mn}{bd_x^{\ 2}} = \frac{26439250Nmm}{1000mmx(141mm)^2} = 1{,}34$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2mRn}{fy}\right)}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2x13{,}44x1{,}34}{400}\right)}\right) = 0{,}0034$$

- Cek persyaratan :

  $\rho\min < \rho < \rho\max$

  $0{,}0019 < 0{,}0034 < 0{,}0268 \rightarrow Memenuhi$

- $Asperlu = \rho xbxd$

  $Asperlu = 0{,}0034x1000mm^2 x141mm^2 = 481{,}54mm^2$
- Kontrol jarak spasi tulangan
  Pasal 10.3.2 SNI 2847:2013

  $S_{max} \leq 2h$

  $S_{max} \leq 2x200mm$

  $S_{max} \leq 400mm$
- Tulangan pakai
  Dipakai tulangan D13-200

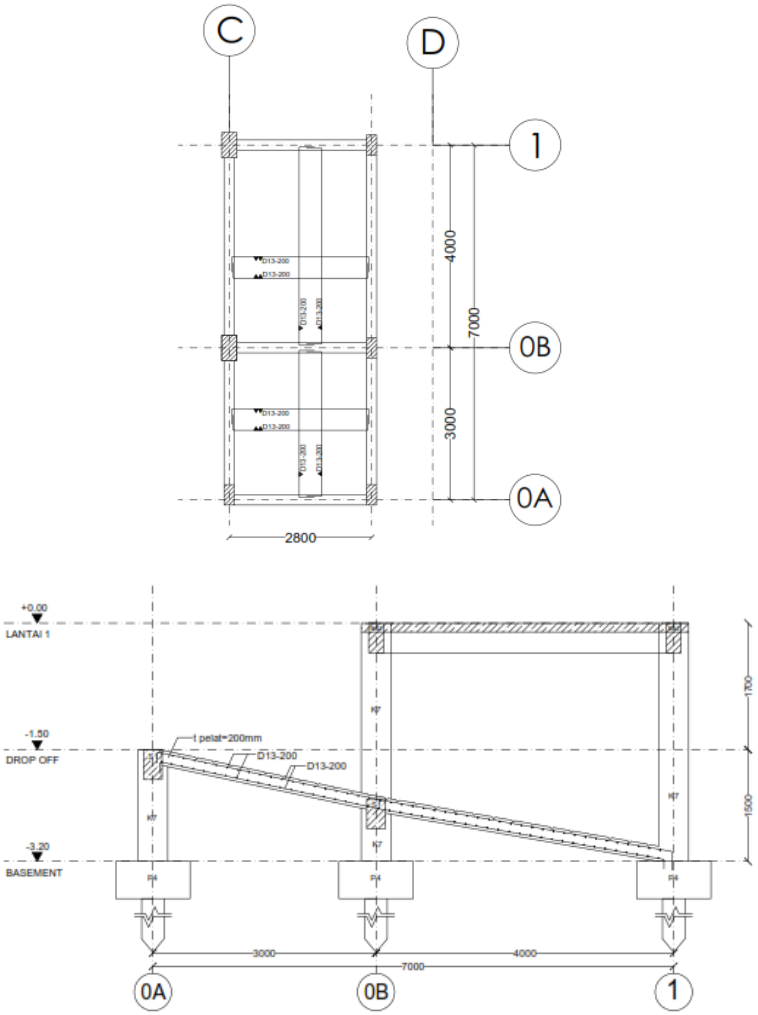
  $Aspakai = 0{,}25x(13mm)^2 x\pi x\left(\frac{1000mm}{200mm}\right) = 796mm^2$

  $Asperlu < Aspakai$

  $481{,}54mm^2 < 796mm^2 \rightarrow OK$

Tabel 7.10 Hasil perhitungan tulangan ramp pelat

	Lapangan X	Lapangan Y	Tumpuan X	Tumpuan Y
Tebal pelat (mm)	200	200	200	200
M_u(kg m)	623,45	642,56	1694,55	1590,47
As perlu	174,16	146,39	688,16	481,16
As pakai	796	796	796	796
Tul.utama	D13-200	D13-200	D13-200	D13-200



Gambar 7.22 Rencana penulangan pelat ramp parkir

BAB VIII
ANALISA STRUKTUR BANGUNAN PRIMER

8.1 Umum

Struktur primer memegang peranan penting dalam kekuatan suatu gedung. Perancangan struktur primer pada tugas akhir ini menggunakan sistem rangka memikul momen khusus yang berfungsi untuk menahan beban gravitasi dan beban gempa. Berdasarkan nilai kategori desain seismik (KDS) D, maka struktur primer di desain menggunakan aturan perencanaan beton untuk sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Struktur primer yang direncanakan yaitu :

1. Balok Induk
2. Kolom
3. Hubungan Balok Kolom

8.2 Desain Struktur Balok Induk

Balok sebagai rangka pemikul momen selain bertugas menerima beban gravitasi mati dan hidup, balok juga berfungsi menerima beban akibat gaya gempa yang terjadi. Perencanaan penulangan balok dapat dilakukan setelah mendapat gaya-gaya dalam yang terjadi pada program analisa struktur SAP2000 dan mengacu pada peraturan SNI 2847:2013.

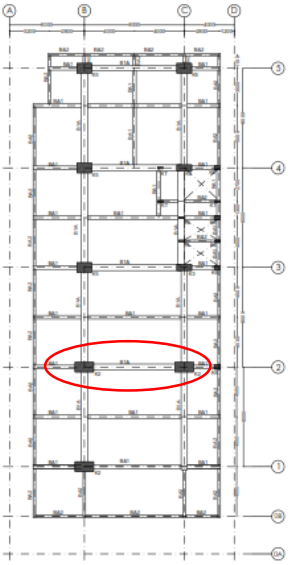
8.2.1 Perhitungan Balok Induk B1A

Berikut ini contoh perhitungan balok induk B1A pada lantai 1 dengan metode SRPMK

- Data perencanaan :

Tipe balok	= B1A
Height	= 750 mm
Width	= 500 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 8 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 7 m

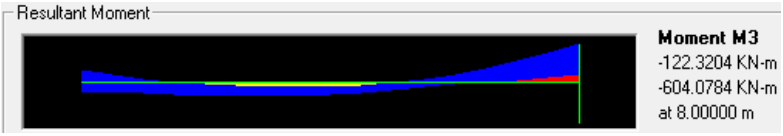
Diameter tulangan lentur	= 25mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 13 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan torsi	= 16 mm
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75



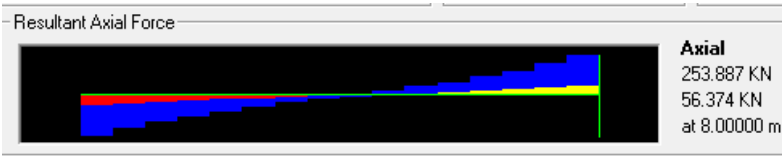
Gambar 8.1 Denah balok lantai 1

8.2.1.1 Analisis Balok B1A

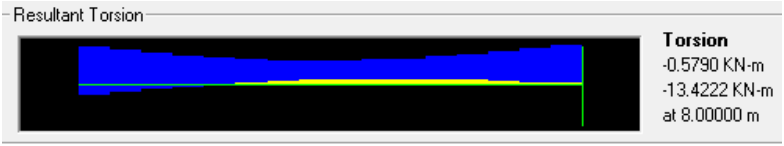
Analisis balok induk bertujuan untuk mencari diameter tulangan longitudinal, tulangan geser dan tulangan torsi balok. Gaya gaya dalam yang terjadi didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.



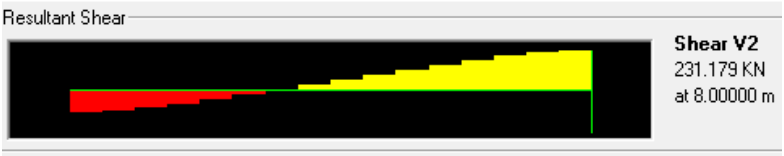
Gambar 8.2 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.3 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.4 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.5 Output geser SAP200(1.2D+1L)

a. Cek syarat komponen struktur penahan gempa

1. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4kali tinggi efektifnya (pasal 21.5.2 SNI 2847:2013)

$$Ln = 6800mm$$

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$

$$d = 660mm$$

$$4d = 2644mm$$

$$Ln > 4d \rightarrow OK$$

2. Lebar komponen tidak boleh kurang dari 0.3h dan 250 mm (pasal 21.5.3 SNI 2847:2013)
   $$b / h = 500 / 750 = 0{,}67 \rightarrow OK$$
3. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur maksimum $0.01A_g fc$
   $$Pu < 0.1A_g\ fc$$
   $$293kN < 0.01(750mmx500mm)x35MPa = 1312{,}5kN$$

8.2.1.2 Tulangan longitudinal balok B1A

- Tumpuan kiri negatif
  $$Mu = -604kNm$$
  $$Mn = \frac{604kNm}{0{,}9} = 635{,}79kNm$$

1. Menghitung tulangan awal
   $$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$
   $$d = 660mm$$
   $$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{604x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x660mm} = 2937mm^2$$
   Digunakan 1 lapis tulangan utama 6D25 As=2944mm^2
   $$As_{pakai} > As_{perlu}$$
   $$2944mm^2 > 2937mm^2 \rightarrow OK$$
2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{2934mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 79{,}16mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{79{,}16mm}{660mm} = 0{,}118$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}118 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x2944x400x\left(660 - \frac{79{,}16}{2}\right)x10^{-6} = 670kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$670Nm > 635{,}79kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x660 = 1219mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x660 = 1154mm^2$$

$$2944mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2944mm^2}{500mmx660mm} = 0,009$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,009 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,009 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 6D25 dengan As=2944mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (6x25mm)}{5}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kiri positif
  $Mu = +122kNm > 0,5\phi Mn(335,1kNm)$
  Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013
  $Mu = 335,1kNm$

$$Mn = \frac{335,1kNm}{0,9} = 372,34kNm$$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 750mm - (40mm + 13mm + 0,5x25mm) = 672mm$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{335{,}1x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x672mm} = 1630mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 4D25 dengan As=5397mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$1963mm^2 > 1630mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{1630mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 52{,}77mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{52{,}77mm}{672mm} = 0{,}079$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}079 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x1963x400x\left(672 - \frac{52{,}77}{2}\right)x10^{-6} = 456kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$456Nm > 372{,}34kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x672 = 1242mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x500x1176 = 1176mm^2$$

$$1963mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan
   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1963mm^2}{500mmx672mm} = 0,006$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,006 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,006 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 4D25 dengan As=1963mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (4x25mm)}{3}$$

$$S = 98mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan negatif
  $Mu = -205kNm$

$$Mn = \frac{205kNm}{0,9} = 227,77kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0,5x25mm)$$

$$d = 660mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{205x10^6\ Nmm}{0,9x400x0,85x660mm} = 996,9mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 6D25 As=2944mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2944mm^2 > 996,9mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{2934mm^2\,x400Mpa}{0,85x35Mpax500mm} = 79,16mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{79,16mm}{660mm} = 0,118$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0,118 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0,9x2944x400x\left(660 - \frac{79,16}{2}\right)x10^{-6} = 670kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$670Nm > 227,77kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy} bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400} 500x660 = 1219mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy} bd = \frac{1,4}{400} x500x660 = 1154mm^2$$

$$2944mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2944mm^2}{500mmx660mm} = 0,009$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,009 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,009 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 6D25 dengan As=2944mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (6x25mm)}{5}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan positif

$$Mu = +148kNm > 0{,}5\phi Mn(335{,}1kNm)$$

Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 335{,}1kNm$$

$$Mn = \frac{335{,}1kNm}{0{,}9} = 372{,}34kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 0{,}5x25mm) = 672mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{335{,}1x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x672mm} = 1630mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 4D25 dengan As=5397mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$1963mm^2 > 1630mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{1630mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 52{,}77mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{52{,}77mm}{672mm} = 0{,}079$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}079 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x1963x400x\left(672 - \frac{52{,}77}{2}\right)x10^{-6} = 456kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$456 Nm > 372{,}34 kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy} bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400} 500x672 = 1242 mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy} bd = \frac{1{,}4}{400} x500x1176 = 1176 mm^2$$

$$1963 mm^2 > 1242 mm^2 > 1176 mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1963 mm^2}{500 mm x 672 mm} = 0{,}006$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8 \frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}006 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}006 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 4D25 dengan As=1963mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (4x25mm)}{3}$$

$$S = 98mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Lapangan

  $Mu = +188kNm > 0,25\phi Mn(167,56kNm)$

  Kuat lentur di sembarang penampang tidak boleh kurang dari 1/4 kuat lentur terbesar pada muka kolom. pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

  $Mu = 167,56kNm$

  $$Mn = \frac{167,56kNm}{0,9} = 186,67kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

   $d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm) = 672mm$

   $$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{167,56x10^6\ Nmm}{0,9x400x0,85x672mm} = 814,8mm^2$$

   Digunakan 1 lapis tulangan utama 3D25 dengan As=1472mm^2

   $As_{pakai} > As_{perlu}$

   $1472mm^2 > 814,8mm^2 \rightarrow OK$

2. Kontrol kondisi penampang

   $$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{1472mm^2 x400Mpa}{0,85x35Mpax500mm} = 39,58mm$$

   $$\frac{\alpha}{d} = \frac{39,58mm}{672mm} = 0,1$$

   $$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0.3$$

   $a/d < a_{tcl}/d$

   $0,1 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x1472x400x\left(672 - \frac{39{,}58}{2}\right)x10^{-6} = 346kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$346Nm > 316{,}76kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x660 = 1219mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x660 = 1154mm^2$$

$$1472mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1472mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}0044$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0044 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0044 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 3D25 dengan As=1472 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (3x25mm)}{2}$$

$$S = 160mm > 25mm \rightarrow OK$$

8.2.1.3 Tulangan geser balok B1A

- Tumpuan kiri

1. Kapsitas momen
   Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x2944x400}{0{,}85x35x500} = 99mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x2944x400\left(660 - \frac{99}{2}\right) = 916kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x1963x400}{0{,}85x35x500} = 66mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x1963x400\left(660 - \frac{66}{2}\right) = 627kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{916kNm + 627kNm}{6,5m} = 237,43kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 231kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 237,43kN + 231kN = 468,4kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$237,43N > 234,2kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 261kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{468,4kN}{0,75} - 0 = 625kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x660 = 1307,1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 168mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-100mm dengan Av=265 mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x660}{100} = 713{,}2kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$713{,}2kN > 625kN \rightarrow OK$$

$$713{,}2kN < 1307{,}1kN \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2944x400}{0{,}85x35x500} = 99mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x2944x400\left(660 - \frac{99}{2}\right) = 916kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x1963x400}{0{,}85x35x500} = 66mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x1963x400\left(660 - \frac{66}{2}\right) = 627kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{916kNm + 627kNm}{6,5m} = 237,43kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 124kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 237,43kN + 124kN = 361,4kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$237,43N > 180,7kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 261kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{361,4kN}{0,75} - 0 = 482kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x660 = 1307,1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 168mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-100mm dengan Av=265 mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x660}{100} = 713{,}2kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$713{,}2kN > 482kN \rightarrow OK$$

$$713{,}2kN < 1307{,}1kN \rightarrow OK$$

- Lapangan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x1472x400}{0{,}85x35x500} = 49mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x1472x400\left(672 - \frac{49}{2}\right) = 476kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x1472x400}{0{,}85x35x500} = 49mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x1472x400\left(672 - \frac{49}{2}\right) = 476kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{476kNm + 476kNm}{6{,}8m} = 146{,}57kN$$

2. Diagram gaya geser

$$\frac{W_u \ L}{2} = 36kN(1.2D + 1L)$$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 146{,}57kN + 36kN = 182{,}6kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$146{,}57N > 91{,}28kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 261kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{182{,}6kN}{0{,}75} - 0 = 243kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x672 = 1331{,}8kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

$$\frac{d}{2} = 330mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-150 mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x672}{250} = 475{,}48kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$475{,}48kN > 243kN \rightarrow OK$$

$$475{,}48kN < 1331{,}8kN \rightarrow OK$$

8.2.1.4 Tulangan torsi balok B1A

$$T_u = 13kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{13kNm}{0{,}75} = 17{,}33kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 500mmx750mm = 375000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(500mm + 750mm) = 2500mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 253736mm^2$$

$$P_h = 2076mm$$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1.7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal

11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{468x10^3}{500x660}\right)^2 + \left(\frac{13x10^6\, x2076}{1{,}7x253736^2}\right)^2} = 1{,}42$$

$$0{,}75\left(\frac{655{,}97x10^3}{500x660} + 0{,}66\sqrt{35'}\right) = 4{,}4$$

$$1{,}42 \le 4{,}4 \rightarrow OK$$

4. Torsi minimum

$T_{u\min} = \phi 0{,}083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$T_{u\min} = 0{,}75x0{,}083x1\sqrt{35}\left(\frac{375000^2}{2500}\right)x10^{-6} = 20{,}72kNm$

$T_u < T_{u\min} \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi

$13kNm > 20{,}72kNm \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi

5. Perhitungan kebutuhan tulangan transversal penahan torsi

$A_o = 0.85A_{oh}$

$T_n = \frac{2A_o A_t f_{yt}}{s}\cot\theta$ pasal 11.5.3.6 SNI 2847:2013

$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{\phi 2A_o f_{yt}\cot\theta}$

$A_0 = 0{,}85x253736mm^2 = 215676mm^2$

$\frac{A_t}{s} = \frac{13x10^6}{0{,}75x2x215676x400x\cot 45} = 0{,}1mm^2/mm$

6. Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur

$A_l = \frac{A_t}{s}p_h\left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right)\cot^2\theta$ pasal 11.5.3.7 SNI 2847:2013

$A_l = 0{,}1x2076x\left(\frac{400}{400}\right)\cot^2 45 = 208{,}6mm^2$

Untuk mendistribusikan A_l secara merata di empat sisi penampang balok balok digunakan $0.25A_l$.

$$0{,}25A_l = 0.25x208{,}6mm^2 = 52{,}14mm^2$$

Digunakan 2D13 dengan $A_{l\,pakai}$=265mm^2

$$A_{lpakai} > A_l = 265mm^2 > 52{,}14mm^2 \rightarrow OK$$

8.2.1.5 Panjang penyaluran balok B1A

1. Panjang penyaluran tulangan tarik

a. Tulangan diteruskan sejauh d, 12d atau *ln/16* (SNI 03:2847 2013 pasal 10.12.3 dan 12.10.4) :

$$d = 660mm$$

$$12d_b = 12x25mm = 300mm$$

$$\ln/16 = 7000/16 = 437{,}5mm$$

Diambil nilai terbesar yaitu $660mm \approx 700mm$

b. Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847:2013

$$l_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{1.7\lambda\sqrt{fc}}\right) d_b$$ dengan ψ_t=1 ψ_e=1 d_b=25mm

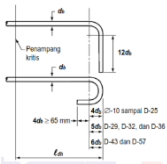
$$l_d = \left(\frac{400x1x1}{1.7x1x\sqrt{35}}\right) x25mm = 994mm \approx 1000mm$$

Pasal 12.2.1 SNI 2847:2013 l_d > 300mm

$$1000mm > 300mm \rightarrow OK$$

$$l_d = 1000mm$$

2. Panjang penyaluran tulangan berkait



Gambar 8.6 Detail batang tulangan berkait untuk penyaluran kait standar

Berdasarkan pasal 12.5.2 SNI 2847:2013

$$l_{dh} = \frac{0,24\psi_e fy}{\lambda\sqrt{fc}} d_b$$

$$l_{dh} = \frac{0,24x1x400}{1x\sqrt{35}} x25mm = 405,7mm$$

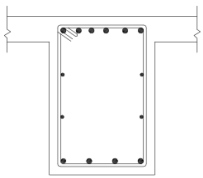
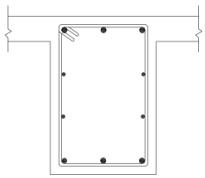
Pasal 12.5.1 2847:2013 l_d>8_{db}>150mm

$$405.7mm > (8x25mm = 200mm) > 150mm \rightarrow OK$$

$$l_{dh} = 405,7mm \approx 500mm$$

Panjang kait $12d_b$=12x25mm=300mm

Tabel 8.1 Penulangan balok BA1

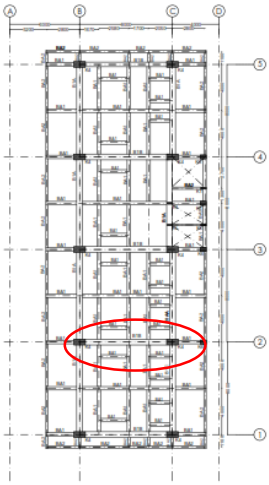
Tipe	B1A	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	500/750 mm	500/750 mm
Tul. Atas	6D25	3D25
Tul. Bawah	4D25	3D25
Sengkang	2D13-100mm	2D13-150mm
Tul Badan	2D13	2D13

8.2.2 Perhitungan Balok Induk B1B

Berikut ini contoh perhitungan balok induk B1B pada lantai 7 dengan metode SRPMK

- Data perencanaan :

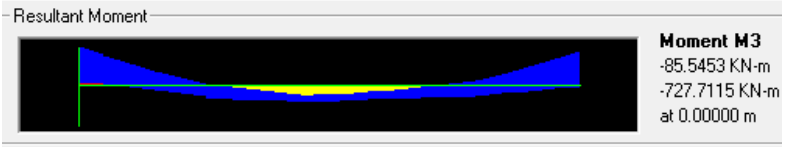
Tipe balok	= B1B
Height	= 750 mm
Width	= 500 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 8 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 7 m
Diameter tulangan lentur	= 25mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 13 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan torsi	= 16 mm
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75



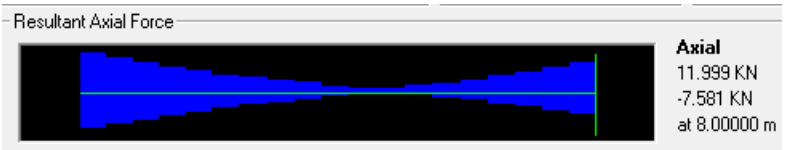
Gambar 8.7 Denah balok lantai 7

8.2.2.1 Analisis Balok B1B

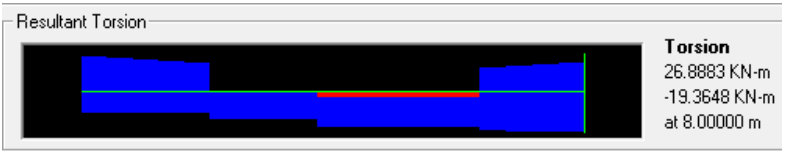
Analisis balok induk bertujuan untuk mencari diameter tulangan longitudinal, tulangan geser dan tulangan torsi balok. Gaya gaya dalam yang terjadi didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.



Gambar 8.8 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.9 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.10 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)

Gambar 8.11 Output geser SAP200(1.2D+1L)

a. Cek syarat komponen struktur penahan gempa

1. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4kali tinggi efektifnya (pasal 21.5.2 SNI 2847:2013)

$$Ln = 7000mm$$

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$

$$d = 660mm$$

$$4d = 2644mm$$

$$Ln > 4d \rightarrow OK$$

2. Lebar komponen tidak boleh kurang dari 0.3h dan 250 mm (pasal 21.5.3 SNI 2847:2013)
   $b/h = 500/750 = 0{,}67 \rightarrow OK$
3. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur maksimum $0.01A_g fc$
   $Pu < 0.1A_g\ fc$
   $15kN < 0.01(750mmx500mm)x35MPa = 1312{,}5kN$

8.2.2.2 Tulangan longitudinal balok B1B

- Tumpuan kiri negatif
  $Mu = -727kNm$
  $Mn = \frac{727kNm}{0{,}9} = 807{,}78kNm$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$
   $d = 660mm$
   $As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{727x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x660mm} = 3602{,}45mm^2$
   Digunakan 2 lapis tulangan utama 6D25 dan 2D25 dengan As=3925mm^2
   $As_{pakai} > As_{perlu}$
   $3925mm^2 > 3602{,}45mm^2 \rightarrow OK$
2. Kontrol kondisi penampang
   $\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{3925mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 105{,}55mm$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{105{,}55mm}{660mm} = 0{,}16$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}16 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x3925x400x\left(660 - \frac{105{,}55}{2}\right)x10^{-6} = 857{,}31kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$857{,}31Nm > 807{,}77kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x660 = 1219mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x660 = 1154mm^2$$

$$3925mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{3925mm^2}{500mmx660mm} = 0{,}0119$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0119 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0119 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 6D25 dan 2D25 dengan As=3925 mm^2

$$S = \frac{b-(2x\ selimut)-(2\ x\ sengkang)-(n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm-(2x40mm)-(2x13mm)-(6x25mm)}{5}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kiri positif

  $Mu = +85kNm > 0{,}5\phi Mn(428{,}65kNm)$

  Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

  $Mu = 428{,}65kNm$

$$Mn = \frac{428{,}65kNm}{0{,}9} = 476{,}28kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm-(40mm+13mm+0{,}5x25mm) = 672mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{428{,}65x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x672mm} = 2084{,}56mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 5D25 dengan As=2453mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2453mm^2 > 2084,65mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{2453mm^2 x400Mpa}{0,85x35Mpax500mm} = 65,97mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{65,97mm}{672mm} = 0,098$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0,098 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0,9x2453x400x\left(672 - \frac{65,97}{2}\right)x10^{-6} = 564,33kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$564,33Nm > 476,28kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x672 = 1242mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x500x1176 = 1176mm^2$$

$$2453mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2453mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}007$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}007 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}007 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 5D25 dengan As=2453 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (5x25mm)}{4}$$

$$S = 67mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan negatif

$$Mu = -634kNm$$

$$Mn = \frac{634kNm}{0.9} = 704{,}44kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$

$$d = 660mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{634x10^6\ Nmm}{0,9x400x0,85x660mm} = 3141,62mm^2$$

Digunakan 2 lapis tulangan utama 6D25 dan 2D25 dengan As=3925mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$3925mm^2 > 3141,62mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{3925mm^2 x400Mpa}{0,85x35Mpax500mm} = 105,55mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{105,55mm}{660mm} = 0,16$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0,16 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0,9x3925x400x\left(660 - \frac{105,55}{2}\right)x10^{-6} = 857,31kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$857,31Nm > 704,44kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x660 = 1219mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x500x660 = 1154mm^2$$

$$3925mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{3925mm^2}{500mmx660mm} = 0,0119$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,0119 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,0119 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 6D25 dan 2D25 dengan As=3925 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (6x25mm)}{5}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan positif

  $$Mu = +3kNm > 0,5\phi Mn(428,65kNm)$$

Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 428{,}65kNm$$

$$Mn = \frac{428{,}65kNm}{0{,}9} = 476{,}28kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 0{,}5x25mm) = 672mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{428{,}65x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x672mm} = 2084{,}56mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 5D25 dengan As=2453mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2453mm^2 > 2084{,}65mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{2453mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 65{,}97mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{65{,}97mm}{672mm} = 0{,}098$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}098 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x2453x400x\left(672 - \frac{65{,}97}{2}\right)x10^{-6} = 564{,}33kNm$$

$\phi Mn > Mn$

$564{,}33Nm > 476{,}28kNm \rightarrow OK$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x672 = 1242mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x1176 = 1176mm^2$$

$$2453mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2453mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}007$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}007 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}007 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 5D25 dengan As=2453 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (5x25mm)}{4}$$

$$S = 67mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Lapangan

  $Mu = +274kNm > 0,25\phi Mn(214kNm)$

  Kuat lentur di sembarang penampang tidak boleh kurang dari 1/4 kuat lentur terbesar pada muka kolom. pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

  $Mu = 274kNm$

  $$Mn = \frac{274kNm}{0,9} = 304,44kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

   $d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm) = 672mm$

   $$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{274x10^6\ Nmm}{0,9x400x0,85x672mm} = 1332,48mm^2$$

   Digunakan 1 lapis tulangan utama 4D25 dengan As=1472mm^2

   $As_{pakai} > As_{perlu}$

   $1963mm^2 > 1332,48mm^2 \rightarrow OK$

2. Kontrol kondisi penampang

   $$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{1963mm^2 x400Mpa}{0,85x35Mpax500mm} = 52,77mm$$

   $$\frac{\alpha}{d} = \frac{52,77mm}{672mm} = 0,078$$

   $$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0.3$$

   $a/d < a_{tcl}/d$

   $0,078 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x963x400x\left(672 - \frac{52{,}77}{2}\right)x10^{-6} = 456{,}13kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$456{,}13Nm > 304{,}44kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x672 = 1242mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x672 = 1176mm^2$$

$$1963mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1963mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}0058$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0058 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0058 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 4D25 dengan As=1963 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (4x25mm)}{3}$$

$$S = 98mm > 25mm \rightarrow OK$$

8.2.2.3 Tulangan geser balok B1B

- Tumpuan kiri

1. Kapsitas momen
   Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x3925x400}{0{,}85x35x500} = 132mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x3925x400\left(660 - \frac{132}{2}\right) = 1165kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x2543x400}{0{,}85x35x500} = 82mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x2543x400\left(660 - \frac{82}{2}\right) = 774kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{1165kNm + 774kNm}{7m} = 276{,}93kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 307kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 276{,}93kN + 307kN = 583{,}9kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$276{,}93N > 273kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 15kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{583{,}9kN}{0{,}75} - 0 = 779kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x660 = 1307{,}1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 165mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-80 mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x660}{80} = 874{,}93kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$874{,}93kN > 779kN \rightarrow OK$$

$$874{,}93kN < 1307{,}1kN \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x3925x400}{0{,}85x35x500} = 132mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x3925x400\left(660 - \frac{132}{2}\right) = 1165kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2543x400}{0{,}85x35x500} = 82mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x2543x400\left(660 - \frac{82}{2}\right) = 774kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{1165kNm + 774kNm}{7m} = 276{,}93kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 269kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 276{,}93kN + 269kN = 545{,}9kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$276{,}93N > 273kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 15kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{545{,}9kN}{0{,}75} - 0 = 728kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x660 = 1307{,}1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 165mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-80 mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x660}{80} = 874{,}93kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$874{,}93kN > 728kN \rightarrow OK$$

$$874{,}93kN < 1307{,}1kN \rightarrow OK$$

- Lapangan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x1963x400}{0{,}85x35x500} = 66mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x1963x400\left(672 - \frac{66}{2}\right) = 627kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x1963x400}{0{,}85x35x500} = 66mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x1963x400\left(672 - \frac{66}{2}\right) = 627kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{627kNm + 627kNm}{7m} = 179{,}15kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 58kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 179{,}15kN + 58kN = 237{,}2kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$179{,}15N > 118{,}6kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 21kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{237{,}2kN}{0{,}75} - 0 = 316kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x672 = 1331{,}8kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

$$\frac{d}{2} = 330mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-220mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x672}{220} = 324{,}18kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$324{,}18kN > 316kN \rightarrow OK$$

$$324{,}18kN < 1331{,}8kN \rightarrow OK$$

8.2.2.4 Tulangan torsi balok B1B

$$T_u = 27kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{27kNm}{0{,}75} = 36kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 500mmx750mm = 375000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(500mm + 750mm) = 2500mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 253736mm^2$$

$$P_h = 2076mm$$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u\, p_h}{1.7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{584x10^3}{500x660}\right)^2 + \left(\frac{27x10^6\, x2076}{1{,}7x253736^2}\right)^2} = 1{,}84$$

$$0{,}75\left(\frac{643{,}77x10^3}{500x660} + 0{,}66\sqrt{35'}\right) = 4{,}4$$

$$1{,}84 \le 4{,}4 \rightarrow OK$$

4. Torsi minimum

$T_{u\min} = \phi 0{,}083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$T_{u\min} = 0{,}75x0{,}083x1\sqrt{35}\left(\frac{375000^2}{2500}\right)x10^{-6} = 20{,}72kNm$

$T_u > T_{u\min} \rightarrow$ perlu tulangan torsi

$27kNm > 20{,}72kNm \rightarrow$ perlu tulangan torsi

5. Perhitungan kebutuhan tulangan transversal penahan torsi

$A_o = 0.85A_{oh}$

$T_n = \frac{2A_o A_t f_{yt}}{s}\cot\theta$ pasal 11.5.3.6 SNI 2847:2013

$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{\phi 2A_o f_{yt}\cot\theta}$

$A_0 = 0{,}85x253736mm^2 = 215676mm^2$

$\frac{A_t}{s} = \frac{27x10^6}{0{,}75x2x215676x400x\cot 45} = 0{,}209mm^2/mm$

6. Daerah tumpuan

Kebutuhan tulangan sengkang penahan torsi :

$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{fy\cdot d} = \frac{777{,}712N}{400Mpa\cdot 660mm} = 2{,}95mm^2/mm$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi :

$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2\cdot\frac{At}{s} = (2{,}95 + 2\cdot 0{,}209)mm^2/mm$

$\frac{Avt}{s} = 3{,}16mm^2/mm$

Untuk tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2D13-100

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{100mm} = 2{,}94mm^2 \ / \ mm$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \leq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang terpasang belum mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Apabila digunakan sengkang 2 kaki D13 – 80

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{80mm} = 3{,}32 \text{ mm}^2\text{mm}$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \geq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Jadi tulangan sengkang yang dipasang setelah ditambah gaya torsi adalah 2 kaki D13 – 80

7. Daerah lapangan

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi:

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{fy \cdot d} = \frac{324185N}{400Mpa \cdot 672mm} = 1{,}21 \text{ mm}^2\text{/mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s} = (1{,}211 + 2 \cdot 0{,}494)mm^2 \ / \ mm$$

$$\frac{Avt}{s} = 1{,}623 \text{ mm}^2\text{/mm}$$

Untuk tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2D13-220

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{220mm} = 1{,}2mm^2 / mm$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \leq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang terpasang belum mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Apabila digunakan sengkang 2 kaki D13 – 100

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{100mm} = 2{,}66 \text{ mm}^2\text{mm}$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \geq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Jadi tulangan sengkang yang dipasang setelah ditambah gaya torsi adalah 2 kaki D13 – 100

8. Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur

$$A_l = \frac{A_t}{s} p_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \cot^2 \theta \text{ pasal 11.5.3.7 SNI 2847:2013}$$

$$A_l = 1{,}623x2076x\left(\frac{400}{400} \right) \cot^2 45 = 433{,}2mm^2$$

Untuk mendistribusikan A_l secara merata di empat sisi penampang balok balok digunakan $0.25A_l$.

$$0.25A_l = 0.25x433{,}2mm^2 = 108{,}29mm^2$$

Digunakan 2D16 dengan $A_{l\,pakai}$=402mm^2

$$A_{lpakai} > A_l = 402mm^2 > 108{,}29mm^2 \rightarrow OK$$

8.2.2.5 Panjang penyaluran balok B1B

1. Panjang penyaluran tulangan tarik

a. Tulangan diteruskan sejauh d, 12d atau *ln/16* (SNI 03:2847 2013 pasal 10.12.3 dan 12.10.4) :

$$d = 660mm$$

$$12d_b = 12x25mm = 300mm$$

$$\ln/16 = 7000/16 = 437{,}5mm$$

Diambil nilai terbesar yaitu $660mm \approx 700mm$

b. Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847:2013

$$l_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{1.7\lambda\sqrt{fc}}\right) d_b$$ dengan ψ_t=1 ψ_e=1 d_b=25mm

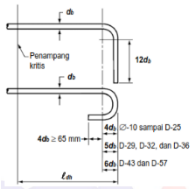
$$l_d = \left(\frac{400x1x1}{1.7x1x\sqrt{35}}\right) x25mm = 994mm \approx 1000mm$$

Pasal 12.2.1 SNI 2847:2013 l_d > 300mm

$$1000mm > 300mm \rightarrow OK$$

$$l_d = 1000mm$$

2. Panjang penyaluran tulangan berkait



Gambar 8.12 Detail batang tulangan berkait untuk penyaluran kait standar

Berdasarkan pasal 12.5.2 SNI 2847:2013

$$l_{dh} = \frac{0{,}24\psi_e fy}{\lambda\sqrt{fc}} d_b$$

$$l_{dh} = \frac{0,24x1x400}{1x\sqrt{35}} x25mm = 405,7mm$$

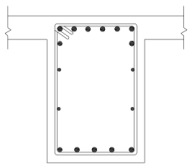
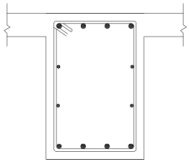
Pasal 12.5.1 2847:2013 l_d>8$_{db}$>150mm

$$405.7mm > (8x25mm = 200mm) > 150mm \rightarrow OK$$

$$l_{dh} = 405,7mm \approx 500mm$$

Panjang kait 12d_b=12x25mm=300mm

Tabel 8.2 Penulangan balok B1B

Tipe	B1B	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	500/750 mm	500/750 mm
Tul. Atas	8D25	4D25
Tul. Bawah	5D25	4D25
Sengkang	2D13-80mm	2D13-100mm
Tul Badan	2D16	2D16

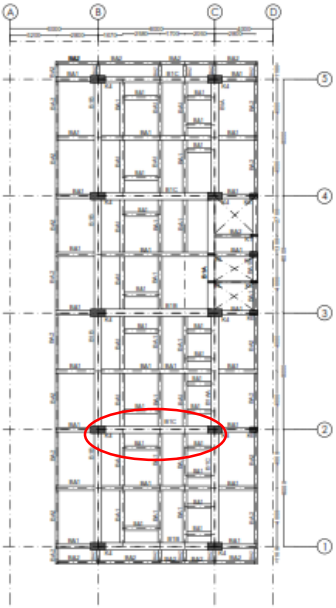
8.2.3 Perhitungan Balok Induk B1C

Berikut ini contoh perhitungan balok induk B1C pada lantai 5 dengan metode SRPMK

- Data perencanaan :

Tipe balok	= B1C
Height	= 750 mm
Width	= 500 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 8 m

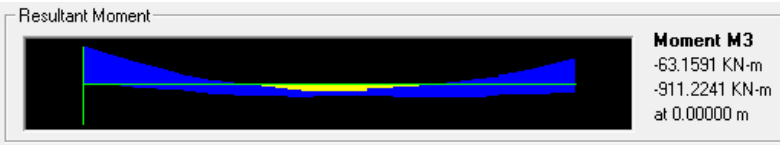
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 7 m
Diameter tulangan lentur	= 25mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 13 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan torsi	= 16 mm
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75



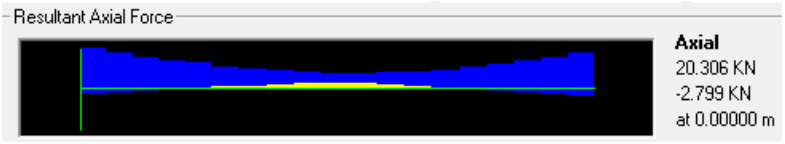
Gambar 8.13 Denah balok lantai 5

8.2.3.1 Analisis Balok B1C

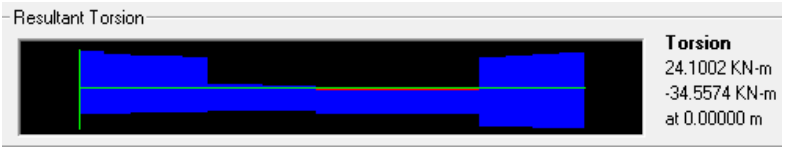
Analisis balok induk bertujuan untuk mencari diameter tulangan longitudinal, tulangan geser dan tulangan torsi balok. Gaya gaya dalam yang terjadi didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.



Gambar 8.14 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.15 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.16 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)

Gambar 8.17 Output geser SAP200(1.2D+1L)

a. Cek syarat komponen struktur penahan gempa

1. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4kali tinggi efektifnya (pasal 21.5.2 SNI 2847:2013)

$$Ln = 7000mm$$

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$

$$d = 660mm$$

$$4d = 2644mm$$

$$Ln > 4d \rightarrow OK$$

2. Lebar komponen tidak boleh kurang dari 0.3h dan 250 mm (pasal 21.5.3 SNI 2847:2013)
   $b/h = 500/750 = 0{,}67 \rightarrow OK$
3. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur maksimum $0.01A_g fc$
   $Pu < 0.1A_g\ fc$

   $15kN < 0.01(750mmx500mm)x35MPa = 1312{,}5kN$

8.2.3.2 Tulangan longitudinal balok B1C

- Tumpuan kiri negatif
  $Mu = -911kNm$

  $Mn = \dfrac{911kNm}{0{,}9} = 958{,}95kNm$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$

   $d = 660mm$

   $As_{perlu} = \dfrac{M_u}{\vartheta fyjd} = \dfrac{958{,}95x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x660mm} = 4514{,}21mm^2$

   Digunakan 2 lapis tulangan utama 6D25 dan 4D25 dengan As=4906mm^2

   $As_{pakai} > As_{perlu}$

   $4906mm^2 > 4514{,}21mm^2 \rightarrow OK$
2. Kontrol kondisi penampang

   $\alpha = \dfrac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \dfrac{4906mm^2x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 131{,}9mm$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{131{,}9mm}{660mm} = 0{,}2$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}2 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x4906x400x\left(660 - \frac{131{,}9}{2}\right)x10^{-6} = 1048{,}33kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$1048{,}33Nm > 958{,}95kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x660 = 1219mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x660 = 1154mm^2$$

$$3925mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{4906mm^2}{500mmx660mm} = 0{,}0148$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0148 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0148 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 6D25 dan 4D25 dengan As=4906 mm^2

$$S = \frac{b-(2x\ selimut)-(2\ x\ sengkang)-(n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm-(2x40mm)-(2x13mm)-(6x25mm)}{5}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kiri positif
  $Mu = +63kNm > 0{,}5\phi Mn(524{,}6kNm)$
  Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013
  $Mu = 524{,}16kNm$

$$Mn = \frac{524{,}16kNm}{0{,}9} = 582{,}4kNm$$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 750mm-(40mm+13mm+0{,}5x25mm) = 672mm$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{524{,}16x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x672mm} = 2549{,}04mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 6D25 dengan As=2944mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2944mm^2 > 2549{,}04mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{2944mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 79{,}2mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{79{,}2mm}{672mm} = 0{,}11$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}11 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x2944x400x\left(672 - \frac{79{,}2}{2}\right)x10^{-6} = 670{,}2kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$670{,}2Nm > 582{,}4kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x672 = 1242mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x1176 = 1176mm^2$$

$$2944mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2944mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}008$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}008 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}008 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 6D25 dengan As=2944mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (6x25mm)}{35}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan negatif

$$Mu = -625kNm$$

$$Mn = \frac{625kNm}{0{,}9} = 694{,}44kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$

$$d = 660mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{625x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x660mm} = 3097{,}1mm^2$$

Digunakan 2 lapis tulangan utama 6D25 dan 4D25 dengan As=4906mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$4906mm^2 > 3097{,}1mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{4906mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 131{,}9mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{131{,}9mm}{660mm} = 0{,}2$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}2 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x4906x400x\left(660 - \frac{131{,}9}{2}\right)x10^{-6} = 1048{,}33kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$1048{,}33Nm > 694{,}44kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x660 = 1219mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x500x660 = 1154mm^2$$

$$3925mm^2 > 1219mm^2 > 1154mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{4906mm^2}{500mmx660mm} = 0,0148$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,0148 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,0148 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

Digunakan tulangan utama 6D25 dan 4D25 dengan As=4906 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (6x25mm)}{5}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan positif

$$Mu = +170kNm > 0,5\phi Mn(524,6kNm)$$

Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 524{,}16kNm$$

$$Mn = \frac{524{,}16kNm}{0{,}9} = 582{,}4kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 750mm - (40mm + 13mm + 0{,}5x25mm) = 672mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{524{,}16x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x672mm} = 2549{,}04mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 6D25 dengan As=2944mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2944mm^2 > 2549{,}04mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{2944mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax500mm} = 79{,}2mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{79{,}2mm}{672mm} = 0{,}11$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}11 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x2944x400x\left(672 - \frac{79{,}2}{2}\right)x10^{-6} = 670{,}2kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$670{,}2Nm > 582{,}4kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy} bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400} 500x672 = 1242mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy} bd = \frac{1{,}4}{400} x500x1176 = 1176mm^2$$

$$2944mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2944mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}008$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}008 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}008 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 6D25 dengan As=2944mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (6x25mm)}{35}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Lapangan

  $Mu = +275kNm > 0,25\phi Mn(262kNm)$

  Kuat lentur di sembarang penampang tidak boleh kurang dari 1/4 kuat lentur terbesar pada muka kolom. pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

  $Mu = 275kNm$

  $$Mn = \frac{275kNm}{0,9} = 305,56kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

   $d = 750mm - (40mm + 13mm + 25mm) = 672mm$

   $$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{275x10^6\ Nmm}{0,9x400x0,85x672mm} = 1337,3mm^2$$

   Digunakan 1 lapis tulangan utama 5D25 dengan As=2453mm^2

   $As_{pakai} > As_{perlu}$

   $2453mm^2 > 1332,48mm^2 \rightarrow OK$

2. Kontrol kondisi penampang

   $$\alpha = \frac{Asfy}{0,85\,fcb} = \frac{2453mm^2\,x400Mpa}{0,85x35Mpax500mm} = 65,97mm$$

   $$\frac{\alpha}{d} = \frac{65,97mm}{672mm} = 0,098$$

   $$\frac{a_{tcl}}{d} = 0,375x\beta_1 = 0,375x0,8 = 0.3$$

   $a / d < a_{tcl} / d$

   $0,098 < 0,3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x2543x400x\left(672 - \frac{65{,}97}{2}\right)x10^{-6} = 670{,}2kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$670{,}2Nm > 582{,}4kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}500x672 = 1242mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x500x672 = 1176mm^2$$

$$2543mm^2 > 1242mm^2 > 1176mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2543mm^2}{500mmx672mm} = 0{,}008$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$0{,}008 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}008 < 0.025 \rightarrow OK$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 5D25 dengan As=2944 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (5x25mm)}{4}$$

$$S = 50mm > 25mm \rightarrow OK$$

8.2.3.3 Tulangan geser balok B1C

- Tumpuan kiri

1. Kapsitas momen
   Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x4906x400}{0{,}85x35x500} = 165mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x4906x400\left(660 - \frac{165}{2}\right) = 1416kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x2944x400}{0{,}85x35x500} = 99mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x2944x400\left(660 - \frac{99}{2}\right) = 916kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{1416kNm + 916kNm}{7m} = 333{,}12kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 335kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 333{,}12kN + 335kN = 668{,}1kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$333{,}12N > 287{,}6kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 20kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{668{,}1kN}{0{,}75} - 0 = 891kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x660 = 1307{,}1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 165mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-70 mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x660}{70} = 999{,}9kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$999{,}9kN > 891kN \rightarrow OK$$

$$999{,}9kN < 1307{,}1kN \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x4906x400}{0{,}85x35x500} = 165mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x4906x400\left(660 - \frac{165}{2}\right) = 1416kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2944x400}{0{,}85x35x500} = 99mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x2944x400\left(660 - \frac{99}{2}\right) = 916kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{1416kNm + 916kNm}{7m} = 333{,}12kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u \ L}{2} = 242kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 333{,}12kN + 242kN = 575{,}1kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$333{,}12N > 287{,}6kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g \ fc}{20} = 20kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{575{,}1kN}{0{,}75} - 0 = 767kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x660 = 1307{,}1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 165mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-70 mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x660}{70} = 999{,}9kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$999{,}9kN > 767kN \rightarrow OK$$

$$999{,}9kN < 1307{,}1kN \rightarrow OK$$

- Lapangan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2453x400}{0{,}85x35x500} = 82mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x2453x400\left(672 - \frac{82}{2}\right) = 774kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2453x400}{0{,}85x35x500} = 82mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x2453x400\left(672 - \frac{82}{2}\right) = 774kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{774kNm + 774kNm}{7m} = 221{,}05kN$$

2. Diagram gaya geser

$$\frac{W_u\ L}{2} = 52kN(1.2D + 1L)$$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 221{,}05kN + 52kN = 273{,}1kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$221{,}05N > 136{,}5kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\, fc}{20} = 20kN < \frac{(750mmx500mm)x35Mpa}{20} = 656kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{273{,}1kN}{0{,}75} - 0 = 364kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x500x672 = 1331{,}8kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

$$\frac{d}{2} = 330mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-190mm dengan Av=265mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x672}{190} = 375{,}37kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$375{,}37kN > 364kN \rightarrow OK$$

$$375{,}37kN < 1331{,}8kN \rightarrow OK$$

8.2.3.4 Tulangan torsi balok B1C

$$T_u = 37kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{37kNm}{0{,}75} = 44kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 500mmx750mm = 375000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(500mm + 750mm) = 2500mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 253736mm^2$$

$$P_h = 2076mm$$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1.7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{668x10^3}{500x660}\right)^2 + \left(\frac{37x10^6\,x2076}{1,7x253736^2}\right)^2} = 2,14$$

$$0,75\left(\frac{643,77x10^3}{500x660} + 0,66\sqrt{35'}\right) = 4,4$$

$$2,14 \le 4,4 \rightarrow OK$$

4. Torsi minimum

$T_{u\min} = \phi 0,083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$$T_{u\min} = 0,75x0,083x1\sqrt{35}\left(\frac{375000^2}{2500}\right)x10^{-6} = 20,72kNm$$

$T_u > T_{u\min} \rightarrow$ perlu tulangan torsi

$37kNm > 20,72kNm \rightarrow$ perlu tulangan torsi

5. Perhitungan kebutuhan tulangan transversal penahan torsi

$$A_o = 0.85A_{oh}$$

$T_n = \frac{2A_oA_t f_{yt}}{s}\cot\theta$ pasal 11.5.3.6 SNI 2847:2013

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{\phi 2A_o f_{yt}\cot\theta}$$

$$A_0 = 0,85x253736mm^2 = 215676mm^2$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{37x10^6}{0,75x2x215676x400x\cot 45} = 0,286mm^2/mm$$

6. Daerah tumpuan

Kebutuhan tulangan sengkang penahan torsi :

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{fy \cdot d} = \frac{874926N}{400Mpa \cdot 660mm} = 3{,}32mm^2 / mm$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi :

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s} = (3{,}32 + 2 \cdot 0{,}286)mm^2 / mm$$

$$\frac{Avt}{s} = 3{,}88mm^2 / mm$$

Untuk tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2D13-70

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{70mm} = 3{,}31mm^2 / mm$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \leq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang terpasang belum mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Apabila digunakan sengkang 3 kaki D13 – 100

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{100mm} = 3{,}98 \text{ mm}^2\text{mm}$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \geq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Jadi tulangan sengkang yang dipasang setelah ditambah gaya torsi adalah 3 kaki D13 – 100

7. Daerah lapangan

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi:

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{fy \cdot d} = \frac{356604N}{400Mpa \cdot 672mm} = 1{,}33 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s} = (1{,}33 + 2 \cdot 0{,}286) mm^2 \ / \ mm$$

$$\frac{Avt}{s} = 1{,}898 \text{ mm}^2\text{/mm}$$

Untuk tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2D13-220

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{200mm} = 1{,}32 mm^2 \ / \ mm$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \leq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang terpasang belum mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Apabila digunakan sengkang 2 kaki D13 – 100

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{100mm} = 2{,}66 \text{ mm}^2\text{mm}$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \geq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Jadi tulangan sengkang yang dipasang setelah ditambah gaya torsi adalah 2 kaki D13 – 100

8. Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur

$$A_l = \frac{A_t}{s} p_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \cot^2 \theta \quad \text{pasal 11.5.3.7 SNI 2847:2013}$$

$$A_l = 0{,}286 x 2076 x \left(\frac{400}{400} \right) \cot^2 45 = 593{,}6 mm^2$$

Untuk mendistribusikan A_l secara merata di empat sisi penampang balok balok digunakan $0.25A_l$.

$$0.25A_l = 0.25x593{,}6mm^2 = 148{,}39mm^2$$

Digunakan 2D16 dengan $A_{l\ pakai}$=402mm^2

$$A_{lpakai} > A_l = 402mm^2 > 148{,}39mm^2 \rightarrow OK$$

8.2.3.5 Panjang penyaluran balok B1C

1. Panjang penyaluran tulangan tarik

a. Tulangan diteruskan sejauh d, 12d atau *ln/16* (SNI 03:2847 2013 pasal 10.12.3 dan 12.10.4) :

$$d = 660mm$$

$$12d_b = 12x25mm = 300mm$$

$$\ln/16 = 7000/16 = 437{,}5mm$$

Diambil nilai terbesar yaitu $660mm \approx 700mm$

b. Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847:2013

$$l_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{1.7\lambda\sqrt{fc}}\right) d_b$$ dengan ψ_t=1 ψ_e=1 d_b=25mm

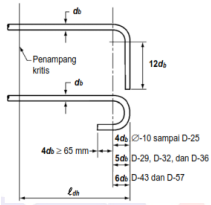
$$l_d = \left(\frac{400x1x1}{1.7x1x\sqrt{35}}\right) x25mm = 994mm \approx 1000mm$$

Pasal 12.2.1 SNI 2847:2013 l_d > 300mm

$$1000mm > 300mm \rightarrow OK$$

$$l_d = 1000mm$$

2. Panjang penyaluran tulangan berkait



Gambar 8.18 Detail batang tulangan berkait untuk penyaluran kait standar

Berdasarkan pasal 12.5.2 SNI 2847:2013

$$l_{dh} = \frac{0{,}24\psi_e\, fy}{\lambda\sqrt{fc}}\, d_b$$

$$l_{dh} = \frac{0{,}24x1x400}{1x\sqrt{35}}\, x25mm = 405{,}7mm$$

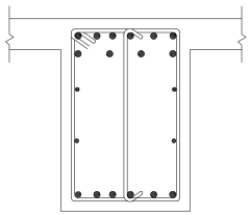
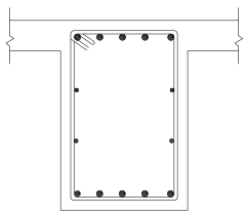
Pasal 12.5.1 2847:2013 l_d>8_{db}>150mm

$$405.7mm > (8x25mm = 200mm) > 150mm \rightarrow OK$$

$$l_{dh} = 405{,}7mm \approx 500mm$$

Panjang kait 12d_b=12x25mm=300mm

Tabel 8.3 Penulangan balok B1C

Tipe	B1C	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	500/750 mm	500/750 mm
Tul. Atas	10D25	5D25
Tul. Bawah	6D25	5D25
Sengkang	3D13-100mm	2D13-100mm
Tul Badan	2D16	2D16

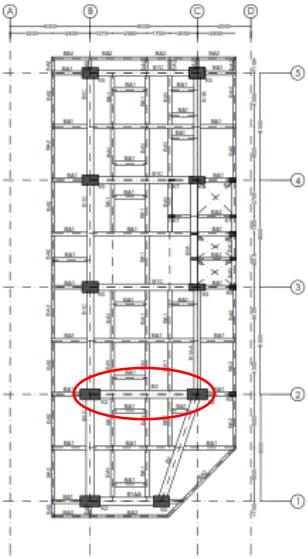
8.2.4 Perhitungan Balok Induk B2

Berikut ini contoh perhitungan balok induk B2 pada lantai 3 dengan metode SRPMK

- Data perencanaan :

Tipe balok	= B2
Height	= 800 mm
Width	= 600 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 8 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 7 m
Diameter tulangan lentur	= 25mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 16 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan torsi	= 16 mm
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75

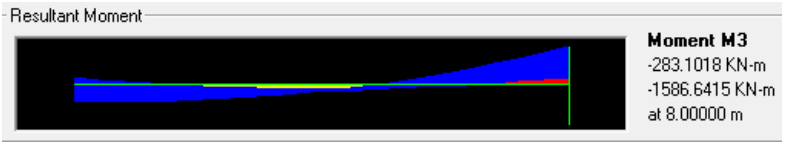
.



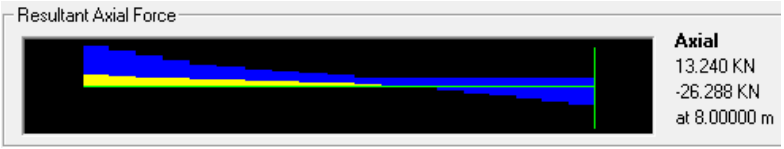
Gambar 8.19 Denah balok lantai 3

8.2.4.1 Analisis Balok B2

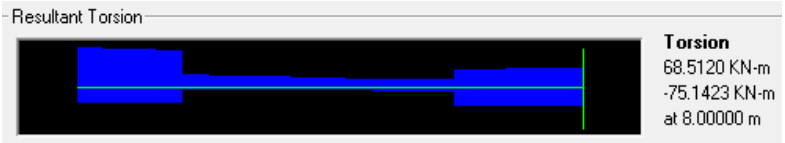
Analisis balok induk bertujuan untuk mencari diameter tulangan longitudinal, tulangan geser dan tulangan torsi balok. Gaya gaya dalam yang terjadi didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000.



Gambar 8.20 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.21 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 8.22 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)

Gambar 8.23 Output geser SAP200(1.2D+1L)

a. Cek syarat komponen struktur penahan gempa

1. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4kali tinggi efektifnya (pasal 21.5.2 SNI 2847:2013)

$$Ln = 6500mm$$

$$d = 8000mm - (40mm + 16mm + 25mm + 0{,}5x25mm)$$

$$d = 710mm$$

$$4d = 2840mm$$

$$Ln > 4d \rightarrow OK$$

2. Lebar komponen tidak boleh kurang dari 0.3h dan 250 mm (pasal 21.5.3 SNI 2847:2013)

   $$b / h = 600 / 800 = 0{,}75 \rightarrow OK$$

3. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur maksimum $0.01A_g fc$

   $$Pu < 0.1A_g\ fc$$

   $$68kN < 0.01(800mmx600mm)x35MPa = 1680kN$$

8.2.4.2 Tulangan longitudinal balok B2

- Tumpuan kiri negatif

  $$Mu = -1586kNm$$

  $$Mn = \frac{1586kNm}{0{,}9} = 1635{,}05kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

   $$d = 800mm - (40mm + 16mm + 29mm + 0{,}5x29mm)$$

   $$d = 704mm$$

   $$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{1586x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x710mm} = 7367{,}46mm^2$$

   Digunakan 2 lapis tulangan utama 3D29 3D25 dan 6D29 dengan As=7414mm^2

   $$As_{pakai} > As_{perlu}$$

   $$7414mm^2 > 7367{,}46mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{7414mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax600mm} = 166{,}13mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{166{,}13mm}{704mm} = 0{,}23$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}23 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x7414x400x\left(704 - \frac{166{,}13}{2}\right)x10^{-6} = 1655{,}86kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$1655{,}86Nm > 1635{,}05kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x600x704 = 1560mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x600x704 = 1477mm^2$$

$$7414mm^2 > 1560mm^2 > 1477mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{7414mm^2}{600mmx704mm} = 0{,}0175$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0175 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0175 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 3D29 3D25 dan 6D25 dengan As=7414 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{600mm - (2x40mm) - (2x16mm) - (6x29mm)}{5}$$

$$S = 64mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kiri positif
  $Mu = +283kNm > 0{,}5\phi Mn(827{,}93kNm)$
  Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013
  $Mu = 827{,}93kNm$

$$Mn = \frac{827{,}93kNm}{0{,}9} = 919{,}924kNm$$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 800mm - (40mm + 16mm + 29mm)$

   $d = 718mm$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{827{,}93x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x718mm} = 3768{,}33mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 6D29 As=3961mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$3961mm^2 > 3768{,}33mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{3961mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax600mm} = 88{,}76mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{88{,}76mm}{718mm} = 0{,}12$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}12 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x3961x400x\left(718 - \frac{88{,}76}{2}\right)x10^{-6} = 960{,}58kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$960{,}58Nm > 919{,}92kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x600x718 = 1592mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy}bd = \frac{1,4}{400}x600x718 = 1507mm^2$$

$$3961mm^2 > 1592mm^2 > 1507mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan
   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{3961mm^2}{600mmx718mm} = 0,0091$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,0091 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,0091 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 6D29 dengan As=3961 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{600mm - (2x40mm) - (2x16mm) - (6x29mm)}{5}$$

$$S = 64mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan negatif
  $Mu = -705kNm$

$$Mn = \frac{705kNm}{0,9} = 783,33kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 800mm - (40mm + 16mm + 29mm + 0{,}5x29mm)$$

$$d = 704mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{705x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x710mm} = 3265{,}66mm^2$$

Digunakan 2 lapis tulangan utama 3D29 3D25 dan 6D29 dengan As=7414mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$7414mm^2 > 3265{,}66mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{7414mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax600mm} = 166{,}13mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{166{,}13mm}{704mm} = 0{,}23$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}23 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x7414x400x\left(704 - \frac{166{,}13}{2}\right)x10^{-6} = 1655{,}86kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$1655{,}86Nm > 783{,}33kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy} bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400} x600x704 = 1560mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1,4}{fy} bd = \frac{1,4}{400} x600x704 = 1477mm^2$$

$$7414mm^2 > 1560mm^2 > 1477mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{7414mm^2}{600mmx704mm} = 0,0175$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0,8\frac{0,85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0357$$

$$\rho_{maks} = 0,75x0,0357 = 0,02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0,025$$

$$0,0175 < 0,02678 \rightarrow OK \qquad 0,0175 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 3D29 3D25 dan 6D25 dengan As=7414 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{600mm - (2x40mm) - (2x16mm) - (6x29mm)}{5}$$

$$S = 64mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan positif

$$Mu = +328kNm > 0{,}5\phi Mn(827{,}93kNm)$$

Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 827{,}93kNm$$

$$Mn = \frac{827{,}93kNm}{0{,}9} = 919{,}924kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 800mm - (40mm + 16mm + 29mm)$$

$$d = 718mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{827{,}93x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x718mm} = 3768{,}33mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 6D29 As=3961mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$3961mm^2 > 3768{,}33mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{3961mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax600mm} = 88{,}76mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{88{,}76mm}{718mm} = 0{,}12$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}12 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x3961x400x\left(718 - \frac{88{,}76}{2}\right)x10^{-6} = 960{,}58kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$960{,}58Nm > 919{,}92kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x600x718 = 1592mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x600x718 = 1507mm^2$$

$$3961mm^2 > 1592mm^2 > 1507mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{3961mm^2}{600mmx718mm} = 0{,}0091$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0091 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0091 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 6D29 dengan As=3961 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{600mm - (2x40mm) - (2x16mm) - (6x29mm)}{5}$$

$$S = 64mm > 25mm \rightarrow OK$$

- Lapangan
  $Mu = +283kNm > 0{,}25\phi Mn(415kNm)$
  Kuat lentur di sembarang penampang tidak boleh kurang dari 1/4 kuat lentur terbesar pada muka kolom. pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013
  $Mu = 415kNm$
  $Mn = \frac{415kNm}{0{,}9} = 461{,}44kNm$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 800mm - (40mm + 16mm + 29mm) = 718mm$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{451x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x718mm} = 1890{,}23mm^2$$

   Digunakan 1 lapis tulangan utama 4D29 dengan As=2641mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2641mm^2 > 1890{,}23mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{2641mm^2x400Mpa}{0{,}85x35Mpax600mm} = 59{,}18mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{59{,}18mm}{718mm} = 0{,}08$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0{,}375x0{,}8 = 0.3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}08 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x2641x400x\left(718 - \frac{59{,}17}{2}\right)x10^{-6} = 654{,}45kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$654{,}45Nm > 461{,}44kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x600x718 = 1592mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x600x718 = 1507mm^2$$

$$2641mm^2 > 1592mm^2 > 1507mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{2641mm^2}{600mmx718mm} = 0{,}006$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\ fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}006 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}006 < 0.025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 4D29 dengan As=2641 mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{600mm - (2x40mm) - (2x16mm) - (4x29mm)}{3}$$

$$S = 126mm > 25mm \rightarrow OK$$

8.2.4.3 Tulangan geser balok B2

- Tumpuan kiri

1. Kapasitas momen
   Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\,fcb} = \frac{1{,}25x7414x400}{0{,}85x35x600} = 208mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x7414x400\left(704 - \frac{208}{2}\right) = 2223kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x3961x400}{0{,}85x35x600} = 111mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x3961x400\left(718 - \frac{111}{2}\right) = 1312kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{2223kNm + 1312kNm}{6{,}5m} = 543{,}86kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u\ L}{2} = 460kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 543{,}86kN + 460kN = 1004kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$543{,}86N > 501{,}9kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\ fc}{20} = 59kN < \frac{(800mmx600mm)x35Mpa}{20} = 840kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{1004kN}{0{,}75} - 0 = 1338kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3}bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3}x600x704 = 1673{,}1kN$$

3. Syarat jarak sengkang
   Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 177mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 3 kaki D13-80mm dengan Av=398mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{398x400x704}{70} = 1400kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$1400kN > 1338kN \rightarrow OK$$

$$1400kN < 1673{,}1kN \rightarrow OK$$

- Tumpuan kanan

1. Kapasitas momen
   Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x7414x400}{0{,}85x35x600} = 208mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x7414x400\left(704 - \frac{208}{2}\right) = 2223kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x3961x400}{0{,}85x35x600} = 111mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x3961x400\left(718 - \frac{111}{2}\right) = 1312kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{2223kNm + 1312kNm}{6{,}5m} = 543{,}86kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u\ L}{2} = 127kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 543{,}86kN + 127kN = 670{,}9kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$543{,}86N > 335{,}4kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\ fc}{20} = 59kN < \frac{(800mmx600mm)x35Mpa}{20} = 840kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{671kN}{0{,}75} - 0 = 894kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x600x704 = 1673{,}1kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.2 SNI 2847:2013 sengkang tertutup pertama dipasang pada jarak 50 mm dari muka

kolom dan yang berikutnya dipasang tidak boleh kurang dari :

$$\frac{d}{4} = 177mm$$

$$6x25 = 150mm$$

$$150mm$$

Jadi digunakan sengkang 3 kaki D13-110mm dengan Av=398mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{398x400x704}{110} = 1018kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$1008kN > 894kN \rightarrow OK$$

$$1008kN < 1673{,}1kN \rightarrow OK$$

- Lapangan

1. Kapsitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2641x400}{0{,}85x35x600} = 74mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x2641x400\left(718 - \frac{74}{2}\right) = 899kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x2641x400}{0{,}85x35x600} = 74mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x2641x400\left(718 - \frac{74}{2}\right) = 899kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{899kNm + 899kNm}{6{,}5m} = 276{,}67kN$$

2. Diagram gaya geser

$$\frac{W_u\, L}{2} = 89kN(1.2D + 1L)$$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 276{,}67kN + 88kN = 364{,}7kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$276{,}67N > 182{,}3kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\, fc}{20} = 59kN < \frac{(800mmx600mm)x35Mpa}{20} = 840kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{364{,}7kN}{0{,}75} - 0 = 486kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3} bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3} x600x718 = 1707{,}6kN$$

3. Syarat jarak sengkang

Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

$$\frac{d}{2} = 355mm$$

Jadi digunakan sengkang 2 kaki D13-140 mm dengan Av=265 mm^2

$$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x718}{140} = 544kN$$

$$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

$$544kN > 486kN \rightarrow OK$$

$$544kN < 1707{,}6kN \rightarrow OK$$

8.2.4.4 Tulangan torsi balok B2

$$T_u = 148kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{148kNm}{0{,}75} = 214{,}13kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 600mmx800mm = 480000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(600mm + 800mm) = 2800mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 335744mm^2$$

$$P_h = 2352mm$$

3. Cek Tu max

$$Tu_{\max} = \phi 0{,}33\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$$ pasal 11.5.2.2 (a) SNI 2847:2013

$$Tu_{\max} = 0{,}75x0{,}33x\sqrt{35}\left(\frac{480000^2}{2800}\right)x10^{-6} = 120{,}49kNm$$

Karena Tu > Tu max maka digunakan Tu max = 120,49 kNm

4. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1.7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{1004x10^3}{600x704}\right)^2 + \left(\frac{120{,}49x10^6\,x2352}{1{,}7x335744^2}\right)^2} = 3{,}1$$

$$0{,}75\left(\frac{824{,}07x10^3}{600x704} + 0{,}66\sqrt{35'}\right) = 4{,}4$$

$$3{,}4 \le 4{,}4 \rightarrow OK$$

5. Torsi minimum

$$T_{u\min} = \phi 0{,}083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$$T_{u\min} = 0{,}75x0{,}083x1\sqrt{35}\left(\frac{480000^2}{2800}\right)x10^{-6} = 30{,}33kNm$$

$T_u > T_{u\min} \rightarrow$ perlu tulangan torsi

$120{,}49kNm > 30{,}33kNm \rightarrow$ perlu tulangan torsi

6. Perhitungan kebutuhan tulangan transversal penahan torsi

$$A_o = 0.85 A_{oh}$$

$$T_n = \frac{2 A_o A_t f_{yt}}{s} \cot\theta$$ pasal 11.5.3.6 SNI 2847:2013

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{\phi 2 A_o f_{yt} \cot\theta}$$

$$A_0 = 0{,}85x335744mm^2 = 285382{,}4mm^2$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{120{,}49x10^6}{0{,}75x2x285382x400x\cot 45} = 0{,}635mm^2 / mm$$

7. Daerah tumpuan

   Kebutuhan tulangan sengkang penahan torsi :

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{fy \cdot d} = \frac{1018{,}14N}{400Mpa \cdot 704mm} = 3{,}62mm^2 / mm$$

   Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi :

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s} = (3{,}62 + 2 \cdot 0{,}635)mm^2 / mm$$

$$\frac{Avt}{s} = 4{,}88mm^2 / mm$$

8. Daerah lapangan

   Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi:

$$\frac{Av}{s} = \frac{Vs}{fy \cdot d} = \frac{544306N}{400Mpa \cdot 718mm} = 1{,}9 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

   Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + 2 \cdot \frac{At}{s} = (1{,}9 + 2 \cdot 0{,}635)mm^2 / mm$$

$$\frac{Avt}{s} = 2{,}53 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

   Untuk tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2D13-140

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13mm)^2}{140mm} = 1,,89mm^2 / mm$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \leq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang terpasang belum mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Apabila digunakan sengkang 2 kaki D16 – 150

$$\frac{Av_{pakai}}{s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16mm)^2}{150mm} = 2,68 \text{ mm}^2\text{mm}$$

Karena nilai $\frac{Av_{pakai}}{s} \geq \frac{Avt}{s}$, maka tulangan sengkang mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi.

Jadi tulangan sengkang yang dipasang setelah ditambah gaya torsi adalah 2 kaki D16 – 150

9. Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur

$$A_l = \frac{A_t}{s} p_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \cot^2 \theta \text{ pasal 11.5.3.7 SNI 2847:2013}$$

$$A_l = 0,635x2352x\left(\frac{400}{400} \right) \cot^2 45 = 1508mm^2$$

Untuk mendistribusikan A_l secara merata di empat sisi penampang balok balok digunakan $0.25A_l$.

$$0,25A_l = 0,25x1508mm^2 = 377,1mm^2$$

Digunakan 2D16 dengan $A_{l\,pakai}$=402 mm^2

$$A_{lpakai} > A_l = 402mm^2 > 377,1mm^2 \rightarrow OK$$

8.2.4.5 Panjang penyaluran balok B2

1. Panjang penyaluran tulangan tarik

a. Tulangan diteruskan sejauh d, 12d atau *ln/16* (SNI 03:2847 2013 pasal 10.12.3 dan 12.10.4) :

$$d = 704mm$$

$$12d_b = 12x29mm = 348mm$$

$$\ln/16 = 7000/16 = 437{,}5mm$$

Diambil nilai terbesar yaitu $704mm \approx 800mm$

b. Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847:2013

$$l_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{1.7\lambda\sqrt{fc}}\right) d_b$$ dengan ψ_t=1 ψ_e=1 d_b=29mm

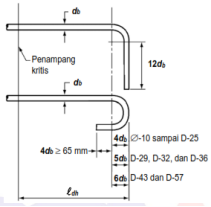
$$l_d = \left(\frac{400x1x1}{1.7x1x\sqrt{35}}\right) x29mm = 1153mm \approx 1200mm$$

Pasal 12.2.1 SNI 2847:2013 l_d > 300mm

$$1000mm > 300mm \rightarrow OK$$

$$l_d = 1000mm$$

2. Panjang penyaluran tulangan berkait



Gambar 8.24 Detail batang tulangan berkait untuk penyaluran kait standar

Berdasarkan pasal 12.5.2 SNI 2847:2013

$$l_{dh} = \frac{0{,}24\psi_e fy}{\lambda\sqrt{fc}} d_b$$

$$l_{dh} = \frac{0,24x1x400}{1x\sqrt{35}} x29mm = 471mm$$

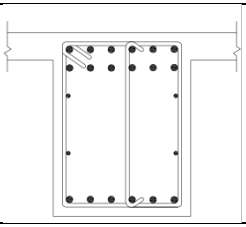
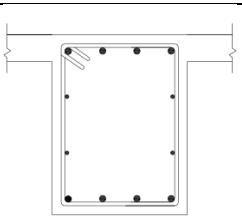
Pasal 12.5.1 2847:2013 l_d>8_{db}>150mm

$$471mm > (8x29mm = 232mm) > 150mm \rightarrow OK$$

$$l_{dh} = 471mm \approx 500mm$$

Panjang kait 12d_b=12x29mm=348mm=400mm

Gambar 8.25 Penulangan balok B2

Tipe	B1C	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	600/800 mm	600/800 mm
Tul. Atas	9D29 3D25	4D29
Tul. Bawah	6D29	4D29
Sengkang	3D16-100mm	2D16-100mm
Tul Badan	2D16	2D16

8.3 Desain Struktur Kolom

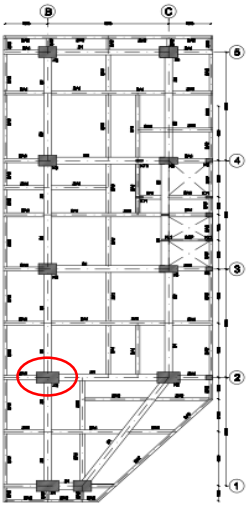
Kolom pada gedung ini di desain dengan asumsi *Strong column weak beam* metode SRPMK. Perencanaan penulangan kolom dapat dilakukan setelah mendapat gaya-gaya dalam yang terjadi pada program analisa struktur SAP2000 dan PCA Coloumn dengan mengacu pada peraturan SNI 2847:2013.

8.3.1 Perhitungan Kolom K2

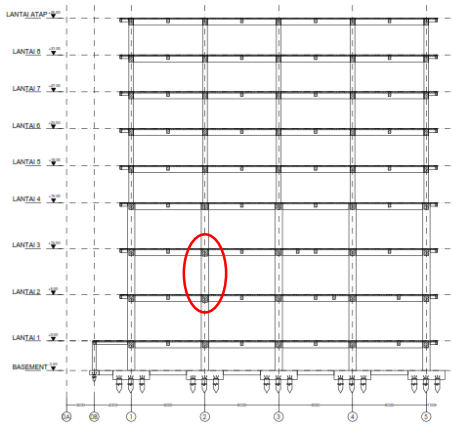
Berikut ini contoh perhitungan kolom K2 pada lantai 2 dengan metode SRPMK

- Data perencanaan :

Tipe kolom	= K2
Height	= 1500 mm
Width	= 800 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang kolom *(L)*	= 5 m
Bentang bersih kolom *(Ln)*	= 4200 mm
Diameter tulangan lentur	= 25mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 16 mm fy=400Mpa
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75



Gambar 8.26 Denah kolom K2 pada lantai 2



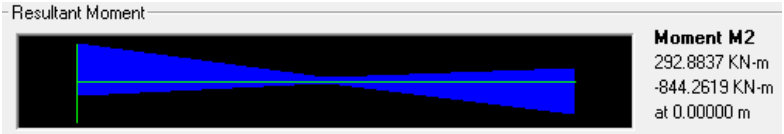
Gambar 8.27 Kolom K2 pada lantai 2 portal 2B

8.3.1.1 Analisis Kolom

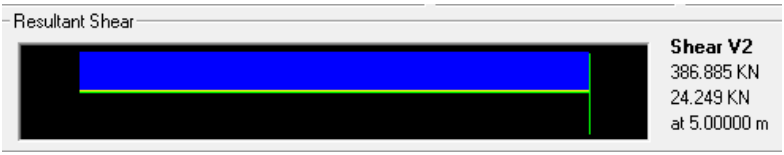
Analisis kolom bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama kolom. Gaya aksial didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan kombinasi ENVELOPE.

Gambar 8.28 Output aksial pada SAP2000

Gambar 8.29 Output momen pada SAP2000



Gambar 8.30 Output momen pada SAP2000



Gambar 8.31 Output geser pada SAP2000

Tabel 8.4 Gaya gaya Output SAP2000 kolom K5

Kolom	Gaya Aksial (kN)	Momen M3 (kNm)	Momen M2 (kNm)	Shear (kN)
Kolom lantai atas (Lantai 3)	4999	929	890	292
Kolom yang didesain (Lantai 2)	5919	1397	844	386
Kolom lantai bawah (Lantai 1)	6782	2319	1006	402

a. Cek syarat komponen struktur penahan gempa

1. Gaya aksial terfaktor lebih dari $A_g fc'/10$ pasal 21.6.1 SNI 2847:2013

$$\frac{A_g\ fc}{10} = \frac{(800x1500)x35}{10x10^3} = 4200kN$$

$$5919kN > 4200kN \rightarrow OK$$

2. Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300mm pasal 21.6.1.1 SNI 2847:2013

$$800mm > 300mm \rightarrow OK$$

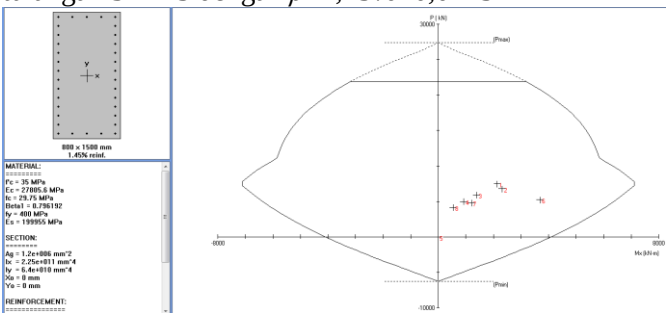
3. Rasio dimensi penampang tidak kurang dari 0.4 pasal 21.6.1.2 SNI 2847:2013

$$\frac{b}{h} > 0.4 \qquad \frac{800}{1500} = 0{,}53 > 0{,}4 \rightarrow OK$$

8.3.1.2 Tulangan longitudinal kolom

1. Menentukan tulangan longitudinal

a. Dari hasil trial error dengan PCACOOL kolom tipe K2 dengan dimensi 800mmx1500mm didapat konfigurasi tulangan 34D25 dengan ρ=1,45%=0,0145



Gambar 8.32 Diagram interaksi P-M PCACOOl

b. Cek rasio tulangan

Luas tulangan tidak boleh kurang dari 0,01A_g atau lebih dari 0,06A_g

$$0{,}01x0{,}8mx1{,}5m = 0{,}0012$$

$$0{,}06x0{,}8x1{,}5m = 0{,}072$$

$$0{,}072 > 0{,}0145 > 0{,}0012 \rightarrow OK$$

2. Cek syarat *strong column weak beam*

a. Kekuatan kolom harus memenuhi $\Sigma M_{nc} > 1.2\ \Sigma M_{nb}$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

b. Menentukan nilai ΣM_{nb}

Karena tulangan pelat tidak didesain nilai ΣM_{nb} diambil pendekatan konservatif dengan momen-momen yang digunakan adalah momen desain (ØMn) pada kedua ujung balok B2 yang ditumpu oleh kolom.

$$\sum M_{nb} = 1{,}2(1656knM + 960{,}6kNm) = 3139{,}728kNm$$

c. Menentukan nilai ΣM_{nc}

Nilai M_{nc} didapat dari diagram interaksi kolom P-M dengan PCACOOL

```
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)
=========================================================
                  Pu          Mux          fMnx
   No.            kN          kN-m          kN-m    fMn/Mu
   --- ------------ ------------ ------------ --------
     1       7499.0       2145.0       7172.0     3.344
     2       6782.0       2319.0       6968.6     3.005
     3       5919.0       1397.0       6699.1     4.795
     4       4999.0        929.0       6379.4     6.867
```

Gambar 8.33 Output diagram interaksi kolom bawah

```
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)
=========================================================
                  Pu          Mux          fMnx
   No.            kN          kN-m          kN-m    fMn/Mu
   --- ------------ ------------ ------------ --------
     1       7499.0       2145.0       7172.0     3.344
     2       6782.0       2319.0       6968.6     3.005
     3       5919.0       1397.0       6699.1     4.795
     4       4999.0        929.0       6379.4     6.867
```

Gambar 8.34 Output diagram interaksi kolom desain

```
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)
=========================================================
                  Pu          Mux          fMnx
   No.            kN          kN-m          kN-m    fMn/Mu
   --- ------------ ------------ ------------ --------
     1       7499.0       2145.0       7172.0     3.344
     2       6782.0       2319.0       6968.6     3.005
     3       5919.0       1397.0       6699.1     4.795
     4       4999.0        929.0       6379.4     6.867
```

Gambar 8.35 diagramiInteraksi kolom atas

Dari gambar diatas didapatkan ΣM_{nc} ,

$$\sum M_{ncatas} = 6379{,}4kNm + 6699{,}1kNm = 13078{,}5kNm$$

$$\sum M_{ncatas} > 1.2M_{nb}$$

$$13078{,}5kNm > 3139{,}728kNm \rightarrow OK$$

$$\sum M_{ncbawah} = 6968{,}6kNm + 6699{,}1kNm = 13667{,}7kNm$$

$$\sum M_{nbawah} > 1.2M_{nb}$$

$$13667{,}7kNm > 3139{,}728kNm \rightarrow OK$$

8.3.1.3 Desain Tulangan *Confinement*

Digunakan tulangan 4D16 dengan A_{sh}=803,8mm^2

1. Cek luas penampang

   Total luas penampang *hoops* tidak kurang dari dari salah satu yang terbesar

   $$A_{sh} = 0{,}3\left(\frac{sb_c\, fc}{f_{yt}}\right)\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \text{ dan } A_{sh} = \frac{0.09sb_c\, fc}{f_{yt}}$$

   $$b_c = 800 - 2(40mm + 16/2) = 704mm$$

   $$A_{ch} = (800 - 2x40)x(1500 - 2x40) = 1022400mm^2$$

   $$\frac{A_{sh}}{s} = 0.3\left(\frac{704x35}{400}\right)\left(\frac{800x1500}{1022400}\right) = 3{,}21mm^2 / mm$$

   $$\frac{A_{sh}}{s} = \frac{0{,}09x704x35}{400} = 5{,}54mm^2 / mm$$

   Diambil nilai paling besar yaitu 5,54 mm^2/mm

2. Jarak spasi maksimum

   Berdasarkan pasal 21.6.4.3 SNI 2847:2013 spasi maksimum adalah yang terkecil dari:

   a. 0.25 dimensi penampang kolom terkecil = 800/4=200mm
   b. 6D=6x25mm=150mm

c. $S_o < 100 + \frac{350 - h_s}{3} = 100 + \frac{350 - 206}{3} = 148mm$

Namun S_o tidak boleh melebihi 150mm dan tidak lebih kecil 100mm

Digunakan spasi 100mm

$$A_{sh\min} = 5{,}54x100mm = 554{,}4mm^2$$

$$A_{sh\min} < A_{shpakai} = 554{,}4mm^2 < 803{,}8mm^2 \rightarrow OK$$

Jadi digunakan 4D16-100mm dengan A_{sh}=803.8mm^2

3. Panjang l_o

a. Berdasarkan pasal 21.6.4.1 SNI 2847:2013 tulangan *hoops* tersebut diperlukan sepanjang l_o dari ujung-ujung kolom , l_o dipilih paling besar dari
   a. Tinggi elemen kolom h=800mm
   b. 1/6 tinggi bersih kolom 4250/6=708,33mm
   c. 450mm

   Jadi digunakan l_o sepanjang 1000mm

b. Berdasarkan pasal 21.6.4.5 SNI 2847:2013 sepanjang sisa tinggi kolom bersih diberi *hoops* dengan spasi minimum 150mm atau 6D=6x25mm=150mm.
   Jadi *hoops* diluar l_o digunakan 4D16-200mm.

8.3.1.4 Desain Tulangan Geser

1. Menghitung faktor distribusi momen

$$I_{K2} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}x0{,}8mx1{,}5^3m = 0{,}225$$

$$EI = 4700\sqrt{fc}xI = \left(\frac{4700x\sqrt{35}}{1000}\right)x0{,}225 = 6{,}256$$

$$K_{2\&3} = \frac{4EI}{L} = 4x\frac{6,256}{5} = 5$$

Karena tipe kolom dan tinggi kolom dilantai 2 dan 3 sama maka nilai k sama 5

$$u = \frac{K_2}{K_2 + K_3} = \frac{5}{5+5} = 0.5$$

2. Menghitung nilai V_u

   V_u tidak perlu lebih besar dari V_{sway} balok yang dihitung berdasarkan M_{pr} balok

$$V_{sway} = \frac{M_{pratas}DF_{atas} + M_{prbawah}DF_{bawah}}{l_n}$$

$$V_{sway} = \frac{4159kNx0.5 + 4159kNx0.5}{4200mm} = 1299,22kN$$

   V_u tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor analisis V_u=386kN (Output SAP)

   Jadi digunakan V_u=1299,22kN

3. Menghitung nilai V_c

$$V_c = 0 \text{ jika } P_u < \frac{A_g\, fc}{20}$$

$$5919kN > \frac{800x1500x35}{20x1000} = 2100 \rightarrow TIDAK$$

Jadi $V_c = \frac{\sqrt{fc}}{6} b_w d$

$$V_c = \frac{\sqrt{35}}{6} x800x1432x10^{-3} = 1151,77kN$$

4. Cek butuh tulangan geser

a. $\frac{V_u}{\phi} > \frac{V_c}{2} \rightarrow$ perlu tulangan geser

$$\frac{1299,22kN}{0,75} = 1732,296 > \frac{1151,77}{2} = 575,9 \rightarrow \text{perlu}$$

tulangan geser

b. Dipasang tulangan geser minimum

$$\frac{V_u}{\phi} > V_c + \frac{1}{3} b_w d$$

$$1732,296kN > 1151,77kN + \frac{1}{3} x800x1432 = 1529,68kN$$

Jadi butuh lebih dari tulangan geser minimum

c. Dipasang tulangan geser

$$\phi(V_c + V_s) < V_u$$

$$V_{sperlu} = \frac{V_u - \phi V_c}{0,75}$$

$$V_{sperlu} = \frac{1299,22 - 0,75x1151,77}{0,75} = 580,53kN$$

$$A_{v\min} = \frac{1}{3}\frac{b_w s}{400} = \frac{1x800x100}{3x400} = 66,67mm^2$$

$$A_v = \frac{V_s s}{f_y d} = \frac{580,53kNx10^3 x100}{400x1432} = 101,38mm^2$$

$$A_{vpakai} > A_v > A_{v\min}$$

Karena sebelumnya sudah diasang tulangan *confinement* 4D16-100mm A_v=803,8 persyaratan kekuatan geser terpenuhi.

5. Untuk bentang diluar l_o

a. Berdasarkan pasal 11.2.1.2 SNI 2847:2013 nilai V_c bila ada gaya aksial yang bekerja

$$V_c = 0.17\left(1 + \frac{Nu}{14A_g}\right)\lambda\sqrt{fc}b_w d$$

$$V_c = 0.17\left(1 + \frac{5919x10^6}{14x0,8x1,5}\right)x1x\sqrt{35}x800x1432 = 1557,6kN$$

$$V_{sperlu} = \frac{V_u - \phi V_c}{0,75}$$

$$V_{sperlu} = \frac{1299,22kN - 0,75x1557,6}{0,75} = 175kN$$

$$A_v = \frac{V_s s}{f_y d} = \frac{175kNx10^3 x200}{400x1432} = 61mm^2$$

Karena sebelumnya sudah diasang tulangan *confinement* 4D16-200mm A_v=803,8 maka tulangan penahan geser tidak diperhitungkan, digunakan hasil perhitungan tulangan *confinement* 4D16

b. Berdasarkan pasal 21.6.4.5 SNI 2847:2013 sepanjang sisa tinggi kolom bersih diberi *hoops* dengan spasi minimum 150mm atau 6D=6x25mm=150mm.
Jadi *hoops* diluar l_o digunakan 4D16-200mm.

8.3.1.5 Perhitungan Sambungan lewatan

Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847:2013

$$l_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{1.7\lambda\sqrt{fc}}\right)d_b$$ dengan ψ_t=1 ψ_e=1 d_b=25mm

$$l_d = \left(\frac{400x1x1}{1.7x1x\sqrt{35}}\right)x25mm = 994mm \approx 1000mm$$

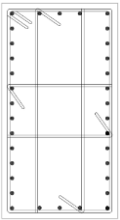
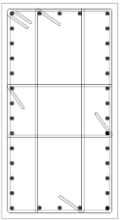
Pasal 12.2.1 SNI 2847:2013 l_d > 300mm

$$1000mm > 300mm \rightarrow OK$$

$$l_d = 1000mm$$

Jadi digunakan sambungan lewatan sepanjang 1000 mm

Tabel 8.5 Penulangan kolom K2

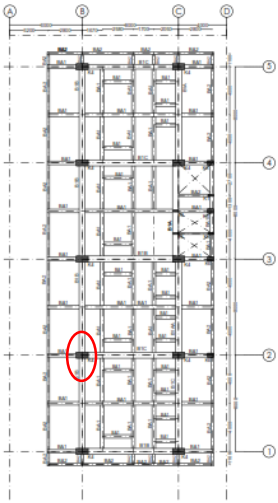
Tipe	K2	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	800/1500 mm	800/1500 mm
Tul. Utama	10D25 24D25	10D25 24D25
Sengkang	4D16-100mm	4D16-200mm

8.3.2 Perhitungan Kolom K4

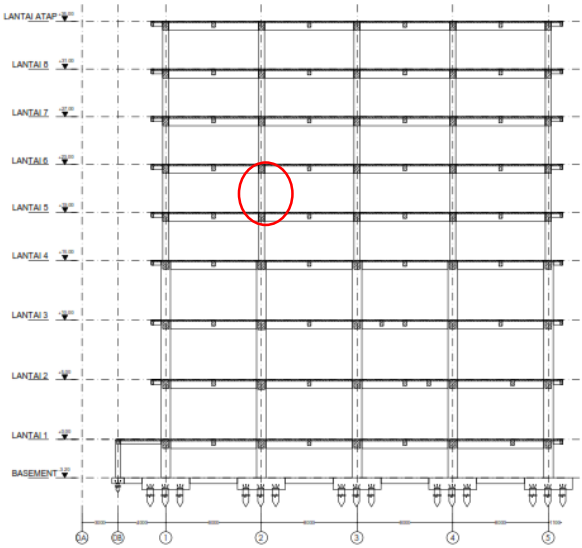
Berikut ini contoh perhitungan kolom K4 pada lantai 5 dengan metode SRPMK

- Data perencanaan :

Tipe kolom	= K4
Height	= 1000 mm
Width	= 500 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang kolom *(L)*	= 4 m
Bentang bersih kolom *(Ln)*	= 3250 mm
Diameter tulangan lentur	= 25mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 13 mm fy=400Mpa
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75



Gambar 8.36 Denah kolom K4 pada lantai 2

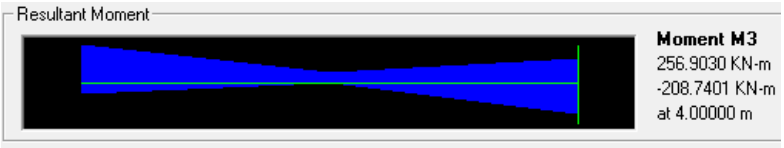


Gambar 8.37 Kolom K4 pada lantai 2 portal 2B

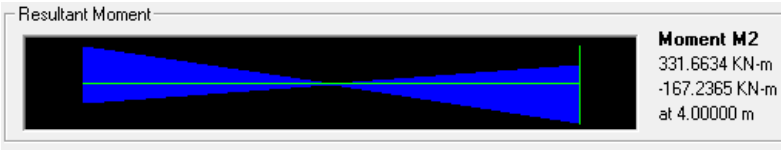
8.3.2.1 Analisis Kolom

Analisis kolom bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama kolom. Gaya aksial didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan kombinasi ENVELOPE.

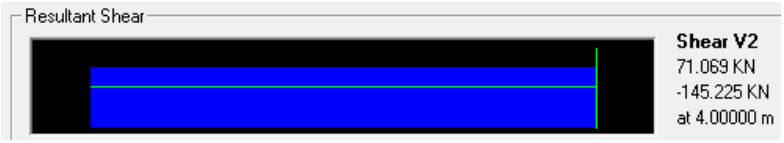
Gambar 8.38 Output aksial pada SAP2000



Gambar 8.39 Output momen pada SAP2000



Gambar 8.40 Output momen pada SAP2000



Gambar 8.41 Output geser pada SAP2000

Tabel 8.6 Gaya gaya Output SAP2000 kolom K4

Kolom	Gaya Aksial (kN)	Momen M3 (kNm)	Momen M2 (kNm)	Shear (kN)
Kolom lantai atas (Lantai 6)	2273	276	286	125
Kolom yang didesain (Lantai 5)	3175	328	331	145
Kolom lantai bawah (Lantai 4)	4068	456	366	141

a. Cek syarat komponen struktur penahan gempa

1. Gaya aksial terfaktor lebih dari $A_g fc'/10$ pasal 21.6.1 SNI 2847:2013

$$\frac{A_g\ fc}{10} = \frac{(500x1000)x35}{10x10^3} = 1750kN$$

$$3175kN > 1750kN \rightarrow OK$$

2. Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300mm pasal 21.6.1.1 SNI 2847:2013

$$500mm > 300mm \rightarrow OK$$

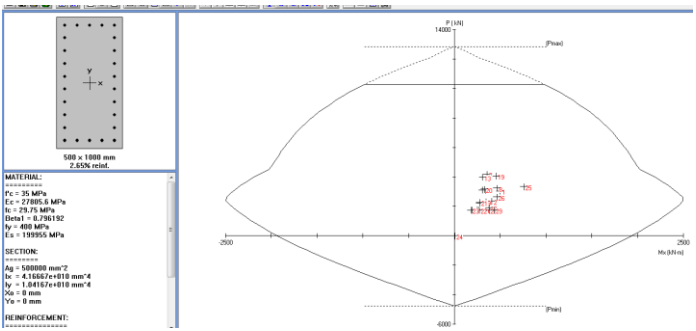
3. Rasio dimensi penampang tidak kurang dari 0.4 pasal 21.6.1.2 SNI 2847:2013

$$\frac{b}{h} > 0.4 \qquad \frac{500}{1000} = 0{,}5 > 0{,}4 \rightarrow OK$$

8.3.2.2 Tulangan longitudinal kolom

1. Menentukan tulangan longitudinal

a. Dari hasil trial error dengan PCACOOL kolom tipe K2 dengan dimensi 500mmx1000mm didapat konfigurasi tulangan 26D25 dengan ρ=2,65%=0,0265



Gambar 8.42 Diagram interaksi P-M PCACOOl

b. Cek rasio tulangan

Luas tulangan tidak boleh kurang dari 0,01A_g atau lebih dari 0,06A_g

$$0{,}01x0{,}5mx1m = 0{,}005$$

$$0{,}06x0{,}5x1m = 0{,}03$$

$$0{,}03 > 0{,}0265 > 0{,}005 \rightarrow OK$$

2. Cek syarat *strong column weak beam*

a. Kekuatan kolom harus memenuhi ΣM_{nc} >1.2 ΣM_{nb} pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

b. Menentukan nilai ΣM_{nb}

Karena tulangan pelat tidak didesain nilai ΣM_{nb} diambil pendekatan konservatif dengan momen-momen yang digunakan adalah momen desain (ØMn) pada kedua ujung balok B1C yang ditumpu oleh kolom.

$$\sum M_{nb} = 1{,}2(1140knM + 670kNm) = 2172kNm$$

c. Menentukan nilai ΣM_{nc}

Nilai M_{nc} didapat dari diagram interaksi kolom P-M dengan PCACOOL

```
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)
==========================================================
                  Pu          Mux          fMnx
   No.            kN          kN-m         kN-m    fMn/Mu
   --- ------------ ------------ ------------ --------
     1       4068.0        456.0       2161.9     4.741
     2       3175.0        328.0       2386.2     7.275
     3       2273.0        276.0       2481.9     8.993
     4       1750.0        269.0       2379.6     8.846
     5       1750.0        178.0       2379.6    13.368
```

Gambar 8.43 Output diagram interaksi kolom bawah

```
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)
==========================================================
                  Pu          Mux          fMnx
   No.            kN          kN-m         kN-m    fMn/Mu
   --- ------------ ------------ ------------ --------
     1       4068.0        456.0       2161.9     4.741
     2       3175.0        328.0       2386.2     7.275
     3       2273.0        276.0       2481.9     8.993
     4       1750.0        269.0       2379.6     8.846
     5       1750.0        178.0       2379.6    13.368
```

Gambar 8.44 Output diagram interaksi kolom desain

```
Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)
==========================================================
                  Pu          Mux          fMnx
   No.            kN          kN-m         kN-m    fMn/Mu
   --- ------------ ------------ ------------ --------
     1       4068.0        456.0       2161.9     4.741
     2       3175.0        328.0       2386.2     7.275
     3       2273.0        276.0       2481.9     8.993
     4       1750.0        269.0       2379.6     8.846
     5       1750.0        178.0       2379.6    13.368
```

Gambar 8.45 diagramiInteraksi kolom atas

Dari gambar diatas didapatkan ΣM_{nc} ,

$$\sum M_{ncatas} = 2481{,}9kNm + 2386{,}2kNm = 4868{,}1kNm$$

$$\sum M_{ncatas} > 1.2M_{nb}$$

$$4868{,}1kNm > 2171kNm \rightarrow OK$$

$$\sum M_{ncbawah} = 2161{,}9kNm + 2386{,}2kNm = 4548{,}1kNm$$

$$\sum M_{nbawah} > 1.2 M_{nb}$$

$$4548{,}1 kNm > 2171 kNm \rightarrow OK$$

8.3.2.3 Desain Tulangan *Confinement*

Digunakan tulangan 3D13 dengan A_{sh}=398mm^2

1. Cek luas penampang

   Total luas penampang *hoops* tidak kurang dari dari salah satu yang terbesar

$$A_{sh} = 0{,}3\left(\frac{sb_c\, fc}{f_{yt}}\right)\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \text{ dan } A_{sh} = \frac{0.09 sb_c\, fc}{f_{yt}}$$

$$b_c = 500 - 2(40mm + 13/2) = 407mm$$

$$A_{ch} = (500 - 2x40)x(1000 - 2x40) = 386400mm^2$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0{,}3\left(\frac{407x35}{400}\right)\left(\frac{500x1000}{386400}\right) = 3{,}14mm^2 / mm$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = \frac{0{,}09x407x35}{400} = 3{,}21mm^2 / mm$$

   Diambil nilai paling besar yaitu 3,21 mm^2/mm

2. Jarak spasi maksimum

   Berdasarkan pasal 21.6.4.3 SNI 2847:2013 spasi maksimum adalah yang terkecil dari:

   d. 0.25 dimensi penampang kolom terkecil = 500/4=125mm

   e. 6D=6x25mm=150mm

   f. $S_o < 100 + \frac{350 - h_s}{3} = 100 + \frac{350 - 206}{3} = 148mm$

   Namun S_o tidak boleh melebihi 150mm dan tidak lebih kecil 100mm

   Digunakan spasi 100mm

$$A_{sh\min} = 3{,}21x100mm = 321mm^2$$

$$A_{sh\min} < A_{shpakai} = 321mm^2 < 398mm^2 \rightarrow OK$$

Jadi digunakan 3D13-100mm dengan A_{sh}=398mm^2

3. Panjang l_o

a. Berdasarkan pasal 21.6.4.1 SNI 2847:2013 tulangan *hoops* tersebut diperlukan sepanjang l_o dari ujung-ujung kolom , l_o dipilih paling besar dari
   d. Tinggi elemen kolom h=500mm
   e. 1/6 tinggi bersih kolom 4250/6=708,33mm
   f. 450mm

   Jadi digunakan l_o sepanjang 1000mm

b. Berdasarkan pasal 21.6.4.5 SNI 2847:2013 sepanjang sisa tinggi kolom bersih diberi *hoops* dengan spasi minimum 150mm atau 6D=6x25mm=150mm.
   Jadi *hoops* diluar l_o digunakan 3D13-200mm.

8.3.2.4 Desain Tulangan Geser

1. Menghitung faktor distribusi momen

$$I_{K4} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}x0{,}4mx1^3m = 0{,}042$$

$$EI = 4700\sqrt{fc}xI = \left(\frac{4700x\sqrt{35}}{1000}\right)x0{,}042 = 1{,}2$$

$$K_{5\&4} = \frac{4EI}{L} = 4x\frac{1{,}159}{4} = 1{,}2$$

Karena tipe kolom dan tinggi kolom dilantai 4 dan 5 sama maka nilai k sama 1,2

$$u = \frac{K_5}{K_4 + K_5} = \frac{1{,}2}{1{,}2 + 1{,}2} = 1{,}2$$

2. Menghitung nilai V_u

   V_u tidak perlu lebih besar dari V_{sway} balok yang dihitung berdasarkan M_{pr} balok

$$V_{sway} = \frac{M_{pratas}DF_{atas} + M_{prbawah}DF_{bawah}}{l_n}$$

$$V_{sway} = \frac{3033kNx0,5 + 3033kNx0,5}{3250mm} = 840,94kN$$

   V_u tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor analisis V_u=145 kN (Output SAP)

   Jadi digunakan V_u=840,94 kN

3. Menghitung nilai V_c

$$V_c = 0 \text{ jika } P_u < \frac{A_g\, fc}{20}$$

$$3175kN > \frac{500x1000x35}{20x1000} = \rightarrow 875TIDAK$$

Jadi $V_c = \frac{\sqrt{fc}}{6} b_w d$

$$V_c = \frac{\sqrt{35}}{6} x500x932x10^{-3} = 468,42kN$$

4. Cek butuh tulangan geser

a. $\frac{V_u}{\phi} > \frac{V_c}{2} \rightarrow$ perlu tulangan geser

$$\frac{840,94kN}{0,75} = 1121,25 > \frac{468,42}{2} = 234,21 \rightarrow \text{perlu}$$

   tulangan geser

b. Dipasang tulangan geser minimum

$$\frac{V_u}{\phi} > V_c + \frac{1}{3} b_w d$$

$$1121{,}25kN > 468{,}2kN + \frac{1}{3}x500x932 = 622{,}12kN$$

Jadi butuh lebih dari tulangan geser minimum

c. Dipasang tulangan geser

$$\phi(V_c + V_s) < V_u$$

$$V_{sperlu} = \frac{V_u - \phi V_c}{0{,}75}$$

$$V_{sperlu} = \frac{840{,}94 - 0{,}75x468{,}2}{0{,}75} = 652{,}83kN$$

$$A_{v\min} = \frac{1}{3}\frac{b_w s}{400} = \frac{1x500x100}{3x400} = 49{,}5mm^2$$

$$A_v = \frac{V_s s}{f_y d} = \frac{652{,}83kNx10^3 x100}{400x932} = 210{,}25mm^2$$

$$A_{vpakai} > A_v > A_{v\min}$$

Karena sebelumnya sudah diasang tulangan *confinement* 3D13-100mm A_v=398 persyaratan kekuatan geser terpenuhi.

5. Untuk bentang diluar l_o

a. Berdasarkan pasal 11.2.1.2 SNI 2847:2013 nilai V_c bila ada gaya aksial yang bekerja

$$V_c = 0.17\left(1 + \frac{Nu}{14A_g}\right)\lambda\sqrt{fc}b_w d$$

$$V_c = 0{,}17\left(1 + \frac{3175x10^6}{14x0{,}5x1}\right)x1x\sqrt{35}x500x932 = 680{,}88kN$$

$$V_{sperlu} = \frac{V_u - \phi V_c}{0{,}75}$$

$$V_{sperlu} = \frac{840{,}94kN - 0{,}75x680{,}88}{0{,}75} = 440kN$$

$$A_v = \frac{V_s s}{f_y d} = \frac{440kNx10^3 x200}{400x932} = 236mm^2$$

Karena sebelumnya sudah diasang tulangan *confinement* 3D13-200mm A_v=398 maka tulangan penahan geser tidak diperhitungkan, digunakan hasil perhitungan tulangan *confinement* 3D13

b. Berdasarkan pasal 21.6.4.5 SNI 2847:2013 sepanjang sisa tinggi kolom bersih diberi *hoops* dengan spasi minimum 150mm atau 6D=6x25mm=150mm.
Jadi *hoops* diluar l_o digunakan 3D13-200mm.

8.3.2.5 Perhitungan Sambungan lewatan

Berdasarkan pasal 12.2.2 SNI 2847:2013

$$l_d = \left(\frac{f_y \psi_t \psi_e}{1.7\lambda\sqrt{fc}}\right) d_b$$ dengan ψ_t=1 ψ_e=1 d_b=25mm

$$l_d = \left(\frac{400x1x1}{1.7x1x\sqrt{35}}\right) x25mm = 994mm \approx 1000mm$$

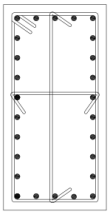
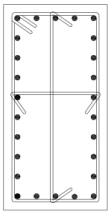
Pasal 12.2.1 SNI 2847:2013 l_d > 300mm

$$1000mm > 300mm \rightarrow OK$$

$$l_d = 1000mm$$

Jadi digunakan sambungan lewatan sepanjang 1000 mm

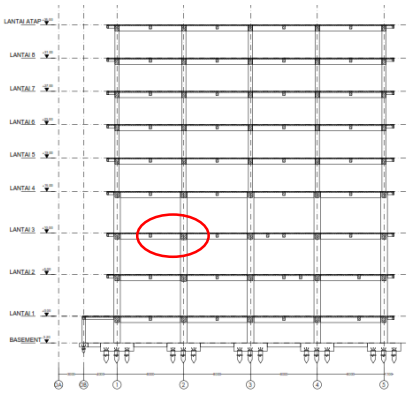
Tabel 8.7 Penulangan kolom K4

Tipe	K4	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	500/1000 mm	500/1000 mm
Tul. Utama	10D25 16D25	10D25 16D25
Sengkang	3D13-100mm	3D13-200mm

8.4 Desain Hubungan Balok kolom

Desain dan *detailing* penulangan pada hubungan balok kolom (HBK) SRPMK yang merupakan tempat pertemuan komponen struktur balok dan kolom yang telah di desain sebelumnnya dan mengacu pada peraturan SNI 2847:2013

8.4.1 Hubungan Balok Kolom K2



Gambar 8.46 Hubungan balok kolom K2

a. Cek syarat panjang joint
Berdasarkan pasal 21.7.2.3 SNI 2847;2013 dimensi kolom yang sejajar dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 diameter tulangan longitudinal terbesar.

$$b = 800mm$$

$$h = 1500mm$$

$$20db = 20x25mm = 500mm < 800mm \rightarrow OK$$

b. Luas efektif joint Aj
Berdasarkan pasal 21.7.4.1 Aj merupakan perkalian tinggi joint dengan lebar joint efektif.
Lebar balok = 600mm
Lebar kolom = 800mm
Tinggi kolom = 1500mm

$$x = 800mm - 600mm/2 = 100mm$$

Lebar joint efektif merupakan nilai terkecil dari ;

$$b + h = 600mm + 1500mm = 2100mm$$

$$b + 2x = 600mm + 2x(100mm) = 800mm$$

Lebar efektif joint dipakai b=800 mm

$$Aj = 800mmx1500mm = 1200000mm^2$$

c. Perhitungan tulangan transversal untuk *confinement*
Berdasarkan pasal 21.7.3.2 SNI 2847:2013 spasi vertikal tulangan confinement diizinkan untuk diperbesar hingga 150 mm.

$$\frac{0,5Ash}{s} = 0,5x5,54mm^2 / mm = 2,77mm^2 / mm$$

$$Ash = 2,77mm^2 / mmx150mm = 415,5mm^2$$

Dipakai sengkang 4D16=803,8mm^2

d. Perhitungan geser di join
1. Hitung Me

Balok yang memasuki joint memiliki *probable moment*

$$Mpr_1 = 4159kNm$$

Karena kekakuan kolom atas dan kolom bawah sama maka DF=0,5

$$V_{sway} = \frac{0,5x4159kNm + 0,5x4159kNm}{4,2m} = 1299kNm$$

2. Perhitungan gaya-gaya pada tulangan balok

Dibagian atas tulangan balok, baja tulangan yang dipakai adalah 3D29 3D25dan 6D29 As= 7414mm^2

- Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok dibagian kiri

$$T1 = 1,25A_s\ fy = 1,25x7414mm^2 x400mPa$$

$$T1 = 3706,8kN$$

- Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kiri

$$C1 = T1 = 3706,8kN$$

- Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok dibagian kanan

$$T2 = 1,25A_s\ fy = 1,25x7414mm^2 x400mPa$$

$$T2 = 3706,8kN$$

- Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kanan

$$C2 = T2 = 3706,8kN$$

- Geser pada join

$$V_u = V_j = V_{sway} - T1 - C2$$

$$V_u = 1299kN - 3706,77kN - 3076,77kN$$

$$V_u = 6114,32kN$$

e. Kuat geser nominal

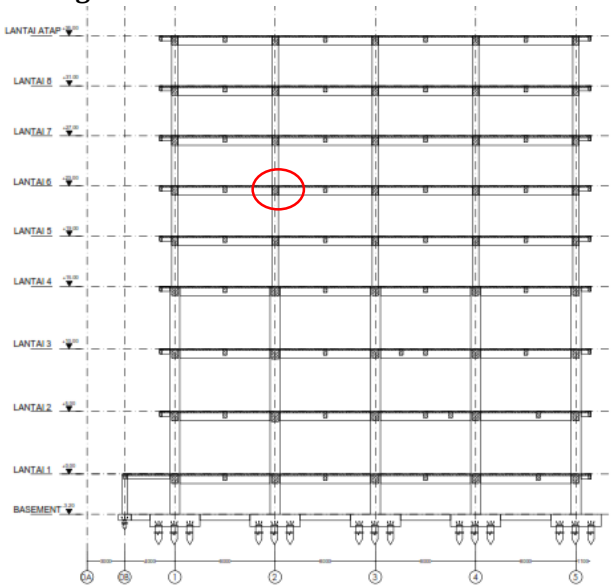
Berdasarkan pasal 21.7.4.1 SNI 2847:2013 untuk kuat geser di joint yang dikekang ke empat sisinya adalah

$$V_n = 1{,}7\sqrt{fc}Aj$$

$$V_n = 1{,}7x\sqrt{35}x1200000mm^2x10^{-3} = 12069kN$$

$$\phi V_n = 0{,}75x12069 = 9052kN > 6114{,}32kN \rightarrow OK$$

8.4.2 Hubungan Balok Kolom K4



Gambar 8.47 Hubungan balok kolom K4

a. Cek syarat panjang joint
Berdasarkan pasal 21.7.2.3 SNI 2847;2013 dimensi kolom yang sejajar dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 diameter tulangan longitudinal terbesar.

$$b = 500mm$$

$$h = 1000mm$$

$$20db = 20x25mm = 500mm \leq 500mm \rightarrow OK$$

b. Luas efektif joint Aj

Berdasarkan pasal 21.7.4.1 Aj merupakan perkalian tinggi joint dengan lebar joint efektif.

Lebar balok = 500mm

Lebar kolom = 500mm

Tinggi kolom = 1000mm

$$x = 500mm - 500mm/2 = 0mm$$

Lebar joint efektif merupakan nilai terkecil dari ;

$$b + h = 500mm + 1000mm = 1500mm$$

$$b + 2x = 500mm + 2x(0mm) = 500mm$$

Lebar efektif joint dipakai b=500 mm

$$Aj = 500mmx1000mm = 500000mm^2$$

c. Perhitungan tulangan transversal untuk *confinement*

Berdasarkan pasal 21.7.3.2 SNI 2847:2013 spasi vertikal tulangan confinement diizinkan untuk diperbesar hingga 150 mm.

$$\frac{0,5Ash}{s} = 0,5x3,21mm^2/mm = 1,6mm^2/mm$$

$$Ash = 1,6mm^2/mmx150mm = 240mm^2$$

Dipakai sengkang 3D13=398mm^2

d. Perhitungan geser di join

1. Hitung Me

Balok yang memasuki joint memiliki *probable moment*

$$Mpr_1 = 3033kNm$$

Karena kekakuan kolom atas dan kolom bawah sama maka DF=0,5

$$V_{sway} = \frac{0,5x3033kNm + 0,5x3033kNm}{3,25m} = 840,9kNm$$

2. Perhitungan gaya-gaya pada tulangan balok

Dibagian atas tulangan balok, baja tulangan yang dipakai adalah 6D25dan 4D25 As= 4906mm^2

- Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok dibagian kiri

$$T1 = 1{,}25A_s\ fy = 1{,}25x4906mm^2\,x400mPa$$

$$T1 = 1962{,}5kN$$

- Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kiri

$$C1 = T1 = 1962{,}5kN$$

- Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok dibagian kanan

$$T2 = 1{,}25A_s\ fy = 1{,}25x4906mm^2\,x400mPa$$

$$T2 = 1962{,}5kN$$

- Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kanan

$$C2 = T2 = 1962{,}5kN$$

- Geser pada join

$$V_u = V_j = V_{sway} - T1 - C2$$

$$V_u = 840{,}9kN - 1962{,}5kN - 1962{,}5kN$$

$$V_u = 3084{,}06kN$$

e. Kuat geser nominal

Berdasarkan pasal 21.7.4.1 SNI 2847:2013 untuk kuat geser di joint yang dikekang ke empat sisinya adalah

$$V_n = 1{,}7\sqrt{fc}\,Aj$$

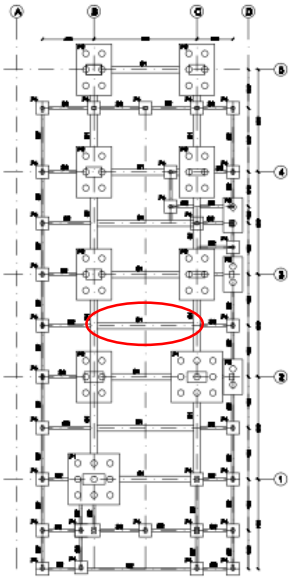
$$V_n = 1{,}7x\sqrt{35}x500000mm^2\,x10^{-3} = 6704{,}9kN$$

$$\phi V_n = 0{,}75x6704{,}9 = 5029kN > 3084{,}06kN \rightarrow OK$$

BAB IX
ANALISA STRUKTUR BANGUNAN BAWAH

9.1 Perhitungan Struktur Sloof S1

Sloof disini berfungsi sebagai pengikat antar pilecap agar tidak terjadi pergeseran dan penurunan pondasi. Struktur bangunan ini terdapat dua jenis sloof. Sebagai contoh perhitungan akan direncanakan perhitungan sloof tipe S1.



Gambar 9.1 Denah Sloof

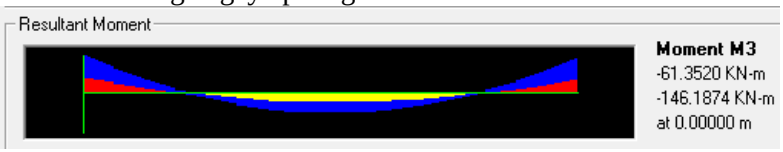
Data perencanaan :

Tipe balok	= S1
Height	= 500 mm
Width	= 300 mm
Mutu beton	= 35 Mpa

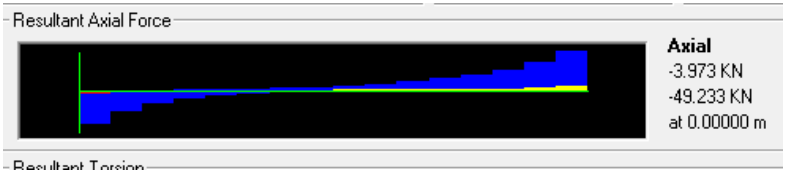
Bentang balok *(L)*	= 8 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 6 m
Diameter tulangan lentur	= 22 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan gese r	= 13 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan torsi	= 13 mm
Cover	= 40 mm
Faktor reduksi lentur	= 0,9
Faktor reduksi geser	= 0,75

9.1.1 Analisis Sloof S1

Analisis sloof bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama balok. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan gaya paling besar.



Gambar 9.2 Output momen SAP2000 (ENVELOPE)



Gambar 9.3 Output axial SAP2000 (ENVELOPE)

Gambar 9.4 Output torsi SAP2000 (ENVELOPE)

Gambar 9.5 Output geser SAP2000 (1,2D+1L)

1. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur maksimum $0.01A_g fc$

$$Pu < 0.1A_g\ fc$$

$$60kN < 0.01(750mmx500mm)x35MPa = 1312{,}5kN$$

8.1.2 Tulangan longitudinal sloof S1

a. Tumpuan negatif

$$Mu = -146kNm$$

$$Mn = \frac{146kNm}{0{,}9} = 162{,}22kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 500mm - (40mm + 13mm + 22mm) = 425mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{146x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x425mm} = 1122{,}65mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 3D22 dengan As=1140mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$1140mm^2 > 1122{,}65mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{1140mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax300mm} = 51{,}08mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{51{,}08mm}{425mm} = 0{,}12$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0.375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}12 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x1140x400x\left(425 - \frac{51{,}08}{2}\right)x10^{-6} = 163{,}91kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$163{,}91Nm > 162{,}22kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x300x425 = 471{,}44mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x300x425 = 446{,}25mm^2$$

$$1140mm^2 > 171{,}44mm^2 > 446{,}25mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{1140mm^2}{300mmx425mm} = 0{,}0089$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0089 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0089 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 3D22 dengan As=1140mm^2

$$S = \frac{b-(2x\ selimut)-(2\ x\ sengkang)-(n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm-(2x40mm)-(2x13mm)-(3x22mm)}{2}$$

$$S = 64mm > 25mm \rightarrow OK$$

b. Tumpuan positif
   $Mu = +61kNm > 0.5\phi Mn(81{,}96kNm)$
   Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013
   $Mu = 81{,}96kNm$

$$Mn = \frac{81{,}96kNm}{0{,}9} = 91{,}06kNm$$

1. Menghitung tulangan awal
   $d = 500mm-(40mm+13mm+22mm) = 425mm$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{81{,}96x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x425mm} = 630{,}19mm^2$$

   Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D22 dengan As=760 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$760mm^2 > 630{,}19mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{760mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax300mm} = 34{,}056mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{34{,}056mm}{425mm} = 0{,}08$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0.375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}08 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x760x400x\left(425 - \frac{34{,}056}{2}\right)x10^{-6} = 111{,}6kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$111{,}6Nm > 91{,}06kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x300x425 = 471{,}44mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x300x425 = 446{,}25mm^2$$

$$760mm^2 > 171{,}44mm^2 > 446{,}25mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan
   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{760mm^2}{300mmx425mm} = 0{,}0059$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0059 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0059 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D22 dengan As=760mm^2

$$S = \frac{b-(2x\ selimut)-(2\ x\ sengkang)-(n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm-(2x40mm)-(2x13mm)-(2x22mm)}{1}$$

$$S = 150mm > 25mm \rightarrow OK$$

c. Lapangan

$$Mu = +73kNm > 0.25\phi Mn(41kNm)$$

Kuat lentur di sembarang penampang tidak boleh kurang dari 1/4 kuat lentur terbesar pada muka kolom. pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 73kNm$$

$$Mn = \frac{73kNm}{0{,}9} = 81{,}11kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 500mm - (40mm + 13mm + 22mm) = 425mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{73x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x425mm} = 561{,}32mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D22 dengan As=760 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$760mm^2 > 561{,}32mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{760mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax300mm} = 34{,}056mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{34{,}056mm}{425mm} = 0{,}08$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0.375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}08 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x760x400x\left(425 - \frac{34{,}056}{2}\right)x10^{-6} = 111{,}6kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$111{,}6Nm > 81{,}11kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy} bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400} x300x425 = 471{,}44mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy} bd = \frac{1{,}4}{400} x300x425 = 446{,}25mm^2$$

$$760mm^2 > 171{,}44mm^2 > 446{,}25mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{760mm^2}{300mmx425mm} = 0{,}0059$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+\,fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}0059 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}0059 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 2D22 dengan As=760mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{500mm - (2x40mm) - (2x13mm) - (2x22mm)}{1}$$

$$S = 150mm > 25mm \rightarrow OK$$

9.1.3 Tulangan geser sloof S1

a. Tumpuan

1. Kapasitas momen

Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x1140x400}{0{,}85x35x300} = 63{,}86mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x1140x400\left(425 - \frac{63{,}86}{2}\right) = 224{,}02kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\ fy}{0{,}85\ fcb} = \frac{1{,}25x760x400}{0{,}85x35x300} = 42{,}57mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25A_s\ fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x760x400\left(425 - \frac{42{,}57}{2}\right) = 153{,}39kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{224{,}02kNm + 153{,}39kNm}{6m} = 62{,}9kN$$

2. Diagram gaya geser

$$\frac{W_u\ L}{2} = 81kN(1.2D + 1L)$$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 62{,}9kN + 81kN = 143{,}9kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$62{,}9N > 62kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\ fc}{20} = 60kN < \frac{(500mmx300mm)x35Mpa}{20} = 262{,}5kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{143{,}9kN}{0{,}75} - 0 = 191{,}86kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3}bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3}x300x425 = 497{,}84kN$$

3. Syarat jarak sengkang

   Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

   $$\frac{d}{2} = 212{,}5mm$$

   Jadi digunakan sengkang dua kaki D13-150mm dengan Av=265mm^2

   $$V_s = \frac{A_v\ fyd}{s} = \frac{265x400x425}{100} = 300{,}71kN$$

   $V_s > V_{s\min}$ $\quad$ $V_s < V_{smaks}$

   $300{,}71kN > 379{,}01kN \rightarrow OK$

   $300{,}71Kn < 497{,}84Kn \rightarrow OK$

   Digunakan sengkang 2D13-150mm

b. Lapangan

1. Kapsitas momen

   Tumpuan negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x760x400}{0{,}85x35x300} = 42{,}57mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x760x400\left(425 - \frac{42{,}57}{2}\right) = 153{,}39kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x760x400}{0{,}85x35x300} = 42{,}57mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x760x400\left(425 - \frac{42{,}57}{2}\right) = 153{,}39kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{153{,}39kNm + 153{,}39kNm}{6m} = 51{,}13kN$$

2. Diagram gaya geser

$$\frac{W_u\ L}{2} = 6kN(1.2D + 1L)$$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 51{,}13kN + 6kN = 57{,}13kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$51{,}13kN > 28{,}6kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\, fc}{20} = 60kN < \frac{(500mmx300mm)x35Mpa}{20} = 262{,}5kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{57{,}13kN}{0{,}75} - 0 = 76{,}17kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3}bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3}x300x425 = 497{,}84kN$$

3. Syarat jarak sengkang

   Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

   $$\frac{d}{2} = 212{,}5mm$$

   Jadi digunakan sengkang dua kaki D13-200mm dengan Av=265mm^2

   $$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{265x400x425}{200} = 225{,}53kN$$

   $$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

   $$225{,}53kN > 76{,}17kN \rightarrow OK$$

   $$225{,}53Kn < 497{,}8Kn \rightarrow OK$$

   Digunakan sengkang 2D13-200

9.1.4 Tulangan torsi sloof S1

$$T_u = 0{,}3kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{0{,}3kNm}{0{,}75} = 0{,}4kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

$$A_{cp} = bh = 300mmx500mm = 150000mm^2$$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(300mm + 500mm) = 1600mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$$A_{oh} = 76436mm^2$$

$$P_h = 1176mm$$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1{,}7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{143{,}9x10^3}{300x425}\right)^2 + \left(\frac{0{,}3x10^6\,x1176}{1{,}7x76436^2}\right)^2} = 1{,}129$$

$$0{,}75\left(\frac{248{,}9x10^3}{300x425} + 0{,}66\sqrt{35'}\right) = 4$$

$$1{,}129 \le 4 \rightarrow OK$$

4. Torsi minimum

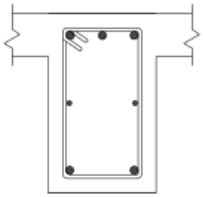
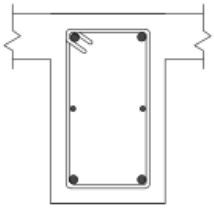
$$T_{u\min} = \phi 0{,}083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$$T_{u\min} = 0{,}75x0{,}083x1\sqrt{35}\left(\frac{150000^2}{1600}\right)x10^{-6} = 5{,}2kNm$$

$T_u < T_{u\min} \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi

$0{,}3kNm < 5{,}2kNm \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi.

Tabel 9.1 Penulangan sloof S1

Tipe	S1	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	300/500 mm	300/500 mm
Tul. Atas	3D22	2D22
Tul. Bawah	2D22	2D22
Sengkang	2D13-150mm	2D13-200mm
Tul Badan	D13	D13

9.2 Perhitungan Struktur Sloof S2

Dalam struktur bangunan ini terdapat dua jenis sloof. Sebagai contoh perhitungan akan direncanakan perhitungan sloof tipe S2.

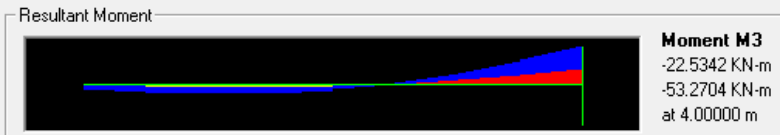
Data perencanaan :

Tipe balok	= S2
Height	= 400 mm
Width	= 200 mm
Mutu beton	= 35 Mpa
Bentang balok *(L)*	= 4 m
Bentang bersih balok *(Ln)*	= 3 m
Diameter tulangan lentur	= 19mm fy=400Mpa
Diameter tulangan geser	= 10 mm fy=400Mpa
Diameter tulangan torsi	= 13 mm
Cover	= 40 mm

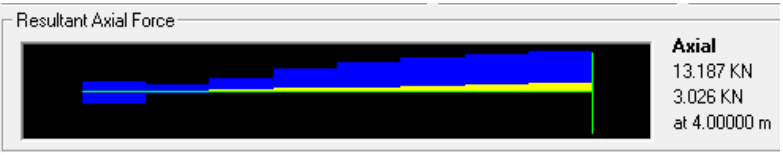
Faktor reduksi lentur = 0,9
Faktor reduksi geser = 0,75

9.2.1 Analisis Sloof S2

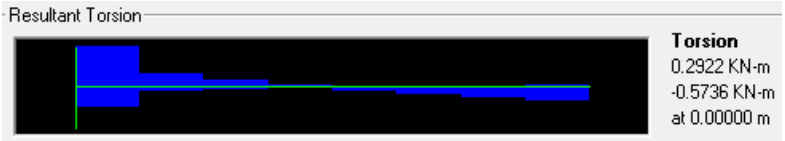
Analisis sloof bertujuan untuk mencari diameter tulangan utama balok. Momen lentur didapatkan dari program bantu analisis SAP 2000 dengan gaya paling besar.



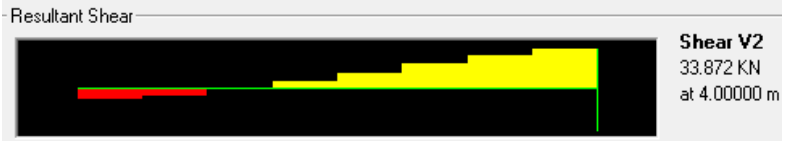
Gambar 9.6 Ouput momen sap2000 (ENVELOPE)



Gambar 9.7 Ouput axial sap2000 (ENVELOPE)



Gambar 9.8 Ouput torsi sap2000 (ENVELOPE)



Gambar 9.9 Output geser sap2000 (1,2D+1L)

1. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur maksimum 0.01$A_g fc$

$$Pu < 0{,}1A_g\ fc$$

$$12kN < 0{,}1(400mmx200mm)x35MPa = 280kN$$

9.2.2 Tulangan longitudinal sloof S2

a. Tumpuan negatif

$$Mu = -53kNm$$

$$Mn = \frac{53kNm}{0{,}9} = 58{,}88kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 331mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{53x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x331mm} = 523{,}27mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 523{,}27mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 38{,}1mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38{,}1mm}{331mm} = 0{,}115$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0.375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}115 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(331 - \frac{38{,}1}{2}\right)x10^{-6} = 63{,}65kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$63{,}65Nm > 58{,}89kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

   Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x200x331 = 245mm^2$$

   Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x200x331 = 232mm^2$$

$$567mm^2 > 245mm^2 > 232mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx331mm} = 0{,}008$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85fc}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}008 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}008 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n - 1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

b. Tumpuan positif

$$Mu = +22kNm > 0.5\phi Mn(31{,}82kNm)$$

Kuat lentur positif tidak boleh kurang dari 1/2 kuat lentur negatif pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 31{,}82kNm$$

$$Mn = \frac{31{,}82kNm}{0{,}9} = 35{,}36kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm - (40mm + 10mm + 19mm) = 331mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{35{,}36x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x331mm} = 314mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 314mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2\,x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 38{,}1mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38{,}1mm}{331mm} = 0{,}115$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0.375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}115 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(331 - \frac{38{,}1}{2}\right)x10^{-6} = 63{,}65kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$63{,}65Nm > 35{,}36kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x200x331 = 245mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x200x331 = 232mm^2$$

$$567mm^2 > 245mm^2 > 232mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx331mm} = 0{,}008$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}008 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}008 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan
   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b-(2x\ selimut)-(2\ x\ sengkang)-(n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{200mm-(2x40mm)-(2x10mm)-(2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

c. Lapangan

$$Mu = +6kNm > 0{,}25\phi Mn(16kNm)$$

Kuat lentur di sembarang penampang tidak boleh kurang dari 1/4 kuat lentur terbesar pada muka kolom. pasal 21.5.2.2 SNI 2847:2013

$$Mu = 16kNm$$

$$Mn = \frac{16kNm}{0{,}9} = 17{,}68kNm$$

1. Menghitung tulangan awal

$$d = 400mm-(40mm+10mm+19mm) = 331mm$$

$$As_{perlu} = \frac{M_u}{\vartheta fyjd} = \frac{16x10^6\ Nmm}{0{,}9x400x0{,}85x331mm} = 157mm^2$$

Digunakan 1 lapis tulangan utama 2D19 dengan As=567 mm^2

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$567mm^2 > 157mm^2 \rightarrow OK$$

2. Kontrol kondisi penampang

$$\alpha = \frac{Asfy}{0{,}85\,fcb} = \frac{567mm^2 x400Mpa}{0{,}85x35Mpax200mm} = 38{,}1mm$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{38{,}1mm}{331mm} = 0{,}115$$

$$\frac{a_{tcl}}{d} = 0{,}375x\beta_1 = 0.375x0{,}8 = 0{,}3$$

$$a/d < a_{tcl}/d$$

$0{,}115 < 0{,}3 \rightarrow OK$ desain tulangan *under-reinforced*

3. Cek momen nominal aktual

$$\phi Mn = \phi Asfy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0{,}9x567x400x\left(331 - \frac{38{,}1}{2}\right)x10^{-6} = 63{,}65kNm$$

$$\phi Mn > Mn$$

$$63{,}65Nm > 17{,}68kNm \rightarrow OK$$

4. Cek As minimum

Kebutuhan tulangan minimum ditetapkan berdasarkan pasal 10.5.1 SNI 2847:2013

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc}}{4\,fy}bd = \frac{\sqrt{35}}{4x400}x200x331 = 245mm^2$$

Tapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{1{,}4}{fy}bd = \frac{1{,}4}{400}x200x331 = 232mm^2$$

$$567mm^2 > 245mm^2 > 232mm^2 \rightarrow OK$$

5. Cek rasio tulangan

   Batas tulangan maksimum ditetapkan berdasarkan pasal 21.5.2.1 SNI 2847:2013

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{567mm^2}{200mmx331mm} = 0{,}008$$

$$\rho_b = \beta_1 \frac{0{,}85\,fc}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$\rho_b = 0{,}8\frac{0{,}85x35}{400}\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0{,}0357$$

$$\rho_{maks} = 0{,}75x0{,}0357 = 0{,}02678$$

$$\rho < \rho_{maks} \qquad \rho < 0{,}025$$

$$0{,}008 < 0{,}02678 \rightarrow OK \qquad 0{,}008 < 0{,}025 \rightarrow OK$$

6. Kontrol jarak tulangan

   Digunakan tulangan utama 2D19 dengan As=567mm^2

$$S = \frac{b - (2x\ selimut) - (2\ x\ sengkang) - (n\ D\ tul)}{n-1}$$

$$S = \frac{200mm - (2x40mm) - (2x10mm) - (2x19mm)}{1}$$

$$S = 62mm > 25mm \rightarrow OK$$

9.2.3 Tulangan geser sloof S2

a. Tumpuan

1. Kapasitas momen

   Tumpuan Negatif

$$a = \frac{1{,}25A_s\,fy}{0{,}85\,fcb} = \frac{1{,}25x567x400}{0{,}85x35x200} = 47{,}63mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x567x400\left(331 - \frac{47{,}63}{2}\right) = 87{,}05kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25 A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x567x400}{0{,}85x35x200} = 47{,}63mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x567x400\left(33 - \frac{47{,}63}{2}\right) = 87{,}05kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{87{,}63kNm + 87{,}63kNm}{3m} = 58{,}03kN$$

2. Diagram gaya geser

$$\frac{W_u\ L}{2} = 34kN(1.2D + 1L)$$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 58{,}03kN + 34kN = 92{,}03kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$58{,}03kN > 46kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\, fc}{20} = 12kN < \frac{(400mmx200mm)x35Mpa}{20} = 140kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{92{,}03kN}{0{,}75} - 0 = 122{,}71kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3}bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3}x200x331 = 258{,}49kN$$

3. Syarat jarak sengkang

   Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

   $$\frac{d}{2} = 200mm$$

   Jadi digunakan sengkang dua kaki D10-150mm dengan Av=265mm^2

   $$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{157x400x331}{150} = 138{,}58kN$$

   $$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

   $$138{,}58kN > 122{,}71kN \rightarrow OK$$

   $$138{,}58Kn < 258{,}49Kn \rightarrow OK$$

   Digunakan sengkang 2D10-150mm

b. Lapangan

1. Kapasitas momen

   Tumpuan Negatif

   $$a = \frac{1{,}25A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x567x400}{0{,}85x35x200} = 47{,}63mm$$

$$M_{pr1} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr1} = 1{,}25x567x400\left(331 - \frac{47{,}63}{2}\right) = 87{,}05kNm$$

Tumpuan positif

$$a = \frac{1{,}25 A_s\, fy}{0{,}85\, fcb} = \frac{1{,}25x567x400}{0{,}85x35x200} = 47{,}63mm$$

$$M_{pr2} = 1{,}25 A_s\, fy\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr2} = 1{,}25x567x400\left(33 - \frac{47{,}63}{2}\right) = 87{,}05kNm$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} = \frac{87{,}63kNm + 87{,}63kNm}{3m} = 58{,}03kN$$

2. Diagram gaya geser

$\frac{W_u\ L}{2} = 7kN(1.2D + 1L)$ pasal 21.6.2.2 SNI 2847:2013

$$V_u = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u l_n}{2}$$

$$V_u = 58{,}03kN + 7kN = 65{,}03kN$$

$V_{sway} > 0.5V_u$ pasal 21.5.4.2 SNI 2847:2013

$58{,}03kN > 32{,}5kN \rightarrow$ Ok

$$P_u < \frac{A_g\, fc}{20} = 12kN < \frac{(400mmx200mm)x35Mpa}{20} = 140kN$$

Maka $V_c = 0$

$$V_{s\min} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_{s\min} = \frac{65{,}03kN}{0{,}75} - 0 = 86{,}71kN$$

$$V_{smaks} = \frac{2\sqrt{fc}}{3}bd = \frac{2x\sqrt{35}}{3}x200x331 = 258{,}49kN$$

3. Syarat jarak sengkang
   Berdasarkan pasal 21.5.3.4 SNI 2847:2013 spasi maksimum tulangan geser di sepanjang balok tidak boleh lebih dari

   $$\frac{d}{2} = 200mm$$

   Jadi digunakan sengkang dua kaki D10-200mm dengan Av=265mm^2

   $$V_s = \frac{A_v\, fyd}{s} = \frac{157x400x331}{200} = 103{,}9kN$$

   $$V_s > V_{s\min} \qquad V_s < V_{smaks}$$

   $$103{,}9kN > 86{,}7kN \rightarrow OK$$

   $$103{,}9Kn < 258{,}49Kn \rightarrow OK$$

   Digunakan sengkang 2D10-200mm

9.2.4 Tulangan torsi sloof S2

$$T_u = 0{,}56kNm$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{0{,}67kNm}{0{,}75} = 0{,}893kNm$$

1. Menghitung luas penampang dan keliling balok

   $$A_{cp} = bh = 200mmx400mm = 80000mm^2$$

   $$P_{cp} = 2(b+h) = 2(200mm + 400mm) = 1200mm$$

2. Luas penampang dan keliling dibatasi sengkang

$A_{oh} = 3000mm^2$

$P_h = 800mm$

3. Cek dimensi penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1{,}7A_{oh}{}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{fc'}\right)$$ pasal 11.5.3.1 SNI 2847:2013

$$\sqrt{\left(\frac{79{,}99x10^3}{200x334}\right)^2 + \left(\frac{0{,}67x10^6\,x800}{1{,}7x30000^2}\right)^2} = 1{,}237$$

$$0{,}75\left(\frac{163x10^3}{200x334} + 0{,}66\sqrt{35'}\right) = 4$$

$1{,}237 \le 4 \rightarrow OK$

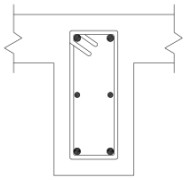
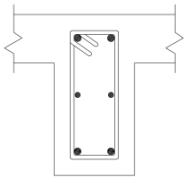
4. Torsi minimum

$$T_{u\min} = \phi 0{,}083\lambda\sqrt{fc}\left(\frac{A_{cp}{}^2}{P_{cp}}\right)$$ pasal 11.5.1 SNI 2847:2013

$$T_{u\min} = 0{,}75x0{,}083x1\sqrt{35}\left(\frac{80000^2}{1200}\right)x10^{-6} = 1{,}96kNm$$

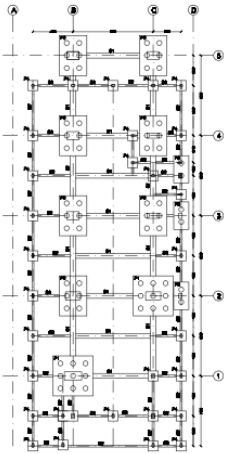
$T_u < T_{u\min} \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi

$0{,}56kNm < 1{,}96kNm \rightarrow$ tidak perlu tulangan torsi.

Tipe	S2	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	200/400 mm	200/400 mm
Tul. Atas	2D19	2D19
Tul. Bawah	2D19	2D19
Sengkang	2D10-150mm	2D10-200mm
Tul Badan	D13	D13

9.3 Perhitungan Struktur Pondasi

Perhitungan struktur pondasi , dimensi *pilecap* dan jumlah tiang pancang yang dibutuhkan dihitung berdasarkan gaya yang terjadi pada titik yang ditinjau.



Gambar 9.10 Denah rencana pondasi dan pilecap

9.3.1 Perhitungan Daya Dukung Tanah

a. Daya dukung tanah kedalaman 24 meter

Data perencanaan :

Fc’	= 35 MPa
Fy	= 400 MPa
Kedalaman rencana	= 24 meter
Tipe *spun pile*	= WIKA BETON A2
Diameter *spun pile*	= 500 mm
Luas tiang (Ap)	= 0,19625 m^2
Luas selimut tiang (As)	= 1,57 m
Inersia penampang	= 255324 cm^4
Tebal dinding selimut	= 75 mm
Momen ultimate maks	= 15,75 ton m
Gaya tekan maks	= 185,3 ton
Safety factor	= 3

1. Perhitungan daya dukung tanah
   Data tanah diketahui sebagai berikut :

Tabel 9.2 Nilai N-SPT data tanah

DATA TANAH			
Depth	N-spt	Depth	N-spt
1,25	1	17,25	17
3,25	3	19,25	31
5,25	1	21,25	24
7,25	3	23,25	35
9,25	8	25,25	26
11,25	20	27,25	28

13,25	27	29,25	33
15,25	22	31,25	26

2. Perhitungan daya dukung tanah menurut Meyerhoff (1956), daya dukung tanah memiliki rumus :

$$Qu = Qp + Qs = 40NAp + \frac{AsNav}{5}$$

N = Nilai N-SPT kedalaman 24 m adalah 35 blow/feeet = 52,5 blow/meter
Nav = nilai rata-rata N-SPT

$$Nav = \frac{1+3+1+3+8+20+27+22+17+31+24+35}{12}$$

$$Nav = 16blow/\ feet = 52{,}5blow/m$$

$$Qu = 40x52{,}5x0{,}19625m^2 x\frac{1{,}57x52{,}5}{5} = 918ton$$

$$Q_{ijin} = \frac{918ton}{3} = 306ton\ \ Q_{ijinbahan} = 185ton$$

Maka digunakan Q_{ijin} terkecil yaitu 185 ton.

b. Daya dukung tanah kedalaman 8 meter

Data perencanaan :

Fc’	= 35 MPa
Fy	= 400 MPa
Kedalaman rencana	= 8 meter
Tipe *spun pile*	= WIKA BETON A2
Diameter *spun pile*	= 300 mm
Luas tiang (Ap)	= 0,07065 m^2
Luas selimut tiang (As)	= 0,942 m
Inersia penampang	= 34607,8 cm^4

Tebal dinding selimut = 75 mm
Momen ultimate maks = 3,75 ton m
Gaya tekan maks = 72,6 ton
Safety factor = 3

1. Perhitungan daya dukung tanah
   Data tanah diketahui sebagai berikut :

Tabel 9.3 Nilai N-SPT data tanah

DATA TANAH			
Depth	N-spt	Depth	N-spt
1,25	1	17,25	17
3,25	3	19,25	31
5,25	1	21,25	24
7,25	3	23,25	35
9,25	8	25,25	26
11,25	20	27,25	28
13,25	27	29,25	33
15,25	22	31,25	26

1. Perhitungan daya dukung tanah menurut Meyerhoff (1956), daya dukung tanah memiliki rumus :

$$Qu = Qp + Qs = 40NAp + \frac{AsNav}{5}$$

N = Nilai N-SPT kedalaman 12 m adalah 27 blow/feeet = 88,6 blow/meter
Nav = nilai rata-rata N-SPT

$$Nav = \frac{1+3+1+3+8+}{5} = 3{,}2blow/\ feet = 10{,}5blow/m$$

$$Qu = 40x10{,}5x0{,}07065m^2 x \frac{0{,}942x10{,}5}{5} = 76{,}2ton$$

$$Q_{ijin} = \frac{76{,}2ton}{3} = 25{,}4ton\ \ Q_{ijinbahan} = 72{,}6ton$$

Maka digunakan Q_{ijin} terkecil yaitu 72,6 ton.

9.3.2 Perhitungan Pilecap P1

Data rencana :

Tipe *spun pile*	= WIKA BETON A2
Diameter *spun pile*	= 500 mm
Kedalaman rencana	= 24 m
Fc	= 35 Mpa
Fy	= 400 Mpa
Tebal cover *pilecap*	= 40 mm
Dimensi *pilecap*	
Lebar	= 4 m
Panjang	= 4 m
Tinggi	= 1 m

1. Perencanaan dimensi *pilecap*

   Dalam menghitung jarak antar tiang pancang (S) menurut "Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa-Jilid 2 (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck) menyatakan bahwa :

   Perhitungan jarak antar tiang pancang (S)

   $$S \geq 2{,}5D$$

   $$S \geq 2{,}5x500mm$$

   $$S \geq 1250mm$$

   Maka dipakai S = 1250 mm

   Perhitungan jarak tiang ke tepi poer (S')

$S \geq 1{,}5D$

$S \geq 1{,}5x500mm$

$S \geq 750mm$

Maka dipakai S'=750 mm

2. Gaya yang terjadi pada pondasi
   Dari program SAP200 diketahui gaya-gaya yang terjadi pada joint 536 yaitu :

- Akibat beban tetap (1D+1L)
  P = 711 ton
  Mx = 69 ton m
  My = 11 ton m
- Akibat beban sementara (1D+1L+1Ex)
  P = 753 ton
  Mx = 140 ton m
  My = 22 ton m
- Akibat beban smentara (1D+1L+1Ey)
  P = 770 ton
  Mx = 126 ton m
  My = 25 ton m
- Kebutuhan tiang pancang
  P max = 770 ton
  Berat *pilecap*
  $4mX4mX1mX2{,}4ton/m^3$ = 37,76 ton

$$Pu_{total} = 770ton + 37{,}76ton = 807{,}8ton$$

$$n = \frac{Pu_{total}}{Q_{ijin}} = \frac{807{,}8ton}{185} = 4{,}381 \approx 9$$

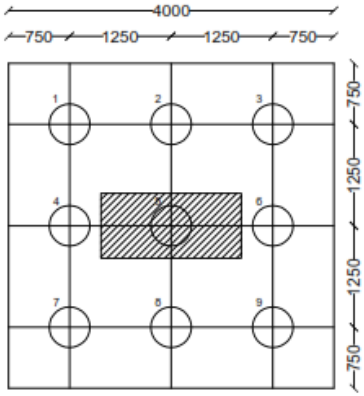
$$Pu_{kelompok} > Pu_{total}$$

$$9x185ton = 1129ton > 807{,}8ton \rightarrow OK$$

3. Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan efisiensi

Berdasarkan "*Analisa dan Desain Pondasi- Jilid 2* (Joseph Ebowles)", perhitungan daya dukung *pilecap* berdasarkan efisiensi metode *Converce-Labarre*

$$Efisiensi\,(\eta) = 1 - \arctan\frac{D}{S}\left[\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}\right]$$



Gambar 9.11 Rencana pilecap P1 dan jumlah tiang pancang

Keterangan :

m = banyak tiang dalam kolom = 3 buah

n = banyak tiang dalam baris = 3 buah

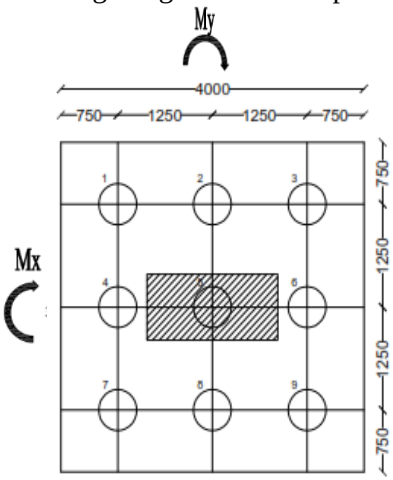
D = diameter pancang = 0,5 m

S = Jarak antas as pancang = 1,25 m

$$Efisiensi\,(\eta) = 1 - \arctan\frac{0{,}5}{1{,}25}\left[\frac{(3-1)3+(3-1)3}{90x3x3}\right] = 0{,}677$$

$$Qijin_{kelompok} = \eta X Q_{ijin} = 0{,}677x185 = 125ton$$

4. Perhitungan daya dukung tiang dalam kelompok



Gambar 9.12 Gaya yang terjadi pada pilecap dan pancang

Maka untuk gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang adalah :

Tabel 9.4 Perhitungan jarak tiang pancang ke titik pusat

No	x	x^2	y	y^2
1	1,25	1,563	-1.25	1,56
2	0	0	-1,25	1,56
3	-1,25	1,563	-1,25	1,56
4	1,25	1,563	0	0
5	0	0	0	0
6	-1,25	1,563	0	0

7	1,25	1,563	-1,25	1,56
8	0	0	1,25	1,56
9	-1,25	1,563	1,25	1,56
	Σx^2	9,375	Σy^2	9,38

a. Perhitungan akibat beban tetap

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{711}{9} + \frac{69x1,25}{9,38} + \frac{11x1,25}{9,38} = 89,67ton$$

$$P1 = 89,67ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{711}{9} + \frac{69x1,25}{9,38} - \frac{11x1,25}{9,38} = 86,73ton$$

$$P2 = 86,73ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{711}{9} - \frac{69x1,25}{9,38} + \frac{11x1,25}{9,38} = 71,27ton$$

$$P3 = 71,27ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{716}{9} - \frac{70x1,25}{9,38} - \frac{10x1,25}{9,38} = 68,33ton$$

$$P4 = 68,33ton < 125ton \rightarrow OK$$

b. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ex)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{753}{9} + \frac{140x1,25}{9,38} + \frac{22x1,25}{9,38} = 105,27ton$$

$$P1 = 105,27ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{753}{9} + \frac{140x1,25}{9,38} - \frac{22x1,25}{9,38} = 94,4ton$$

$$P2 = 94,4ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{753}{9} - \frac{140x1,25}{9,38} + \frac{22x1,25}{9,38} = 105,27ton$$

$$P3 = 105,27ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{753}{9} - \frac{140x1,25}{9,38} - \frac{22x1,25}{9,38} = 67,93ton$$

$$P4 = 67,93ton < 125ton \rightarrow OK$$

c. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ey)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{770}{9} + \frac{126x1,25}{9,38} + \frac{25x1,25}{9,38} = 105,69ton$$

$$P1 = 105,69ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{770}{9} + \frac{126x1,25}{9,38} - \frac{25x1,25}{9,38} = 99,02ton$$

$$P2 = 99,02ton < 125ton \rightarrow OK$$

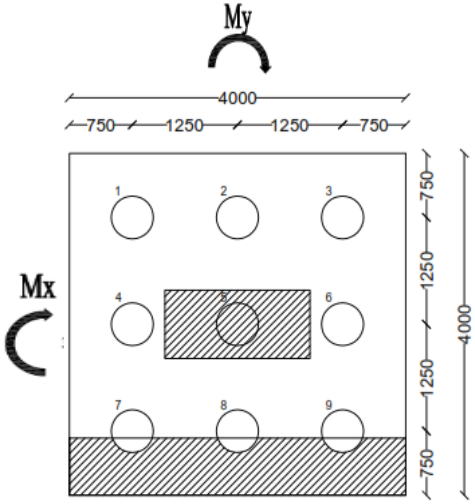
$$P3 = \frac{770}{9} - \frac{126x1,25}{9,38} + \frac{25x1,25}{9,38} = 88,89ton$$

$$P3 = 88,89ton < 125ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{770}{9} - \frac{126x1,25}{9,38} - \frac{25x1,25}{9,38} = 65.42ton$$

$$P4 = 65,42ton < 125ton \rightarrow OK$$

5. Cek perhitungan geser satu arah pada pilecap akibat kolom



Gambar 9.13 Bidang kritis geser satu arah

Digunakan tulangan D19 untuk tulangan lentur :

$$d = h - t - Dlentur - Dlentur / 2$$

$$d = 1000mm - 75mm - 19mm - 8,5mm = 897mm$$

$$Qu = \frac{Pu}{bh} = \frac{770ton}{4mx4m} = 48ton.m = 0,48N.mm$$

Gaya geser yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.b.L'$$

$$L' = (0{,}5x4000mm) - (0{,}5x800mm) - 897mm = 704mm$$

$$Vu = \frac{0{,}48N.mmX4000mmX704mm}{1000} = 1361{,}27kN$$

Gaya geser yang mampu dipikul oleh beton Vc

$$Vc = 0{,}17\sqrt{fc}bd$$

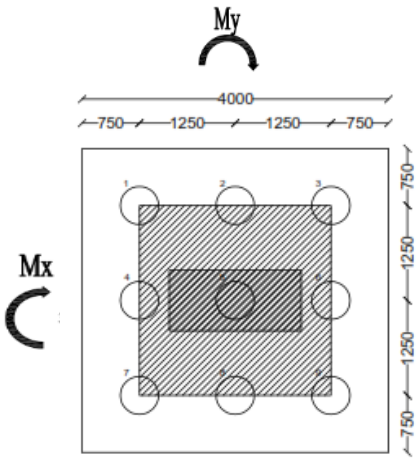
$$Vc = 0{,}17\sqrt{35}x4000mmx897mmx10^{-3} = 3606{,}56kN$$

$$\phi Vc = 0{,}75x3606{,}56kN = 2704{,}92kN$$

$$Vu < \phi Vc$$

$$1361{,}27kN < 2704{,}92kN \rightarrow OK$$

6. Cek perhitungan geser dua arah pada *pilecap* akibat kolom



Gambar 9.14 Bidang kritis geser dua arah

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.At$$

$$At = (L_{pilecap} x P_{pilecap}) - ((h_{kolom} + d) x (b_{kolom} + d))$$

$$At = (4000 X 4000) - (800 + 897) x (1725 + 897)$$

$$At = 11552625{,}25 mm^2$$

$$Vu = 0{,}48 NmmX 11552625{,}25 mm^2$$

$$Vu = 5588582{,}46 N = 5588{,}58 kN$$

Berdasarkan pasal 11.11.2.1 (a),(b) dan (c) SNI 2847:2013 untuk perencanaan pelat atau pondasi telapak aksi dua arah, nilai Vc harus memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai Vc terkecil:

- $$Vc = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{fc} b_o d$$

Keterangan :

β = rasio dari sisi panjang kolom terhadap sisi pendek kolom

$$\beta = \frac{1720}{800} = 2{,}2$$

b_o= keliling penampang kritis

$$b_o = 2(b_{kolom} + h_{kolom}) + 4d$$

$$b_o = 2x(800mm + 1725mm) + 4x897mm = 8636mm$$

λ = 1 (untuk beton normal)

$$Vc = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{2{,}2}\right) 1x\sqrt{35} MPax 8636mm \ x 897mm$$

$$Vc = 15008{,}88 kN$$

- $$Vc = 0{,}083\left(\frac{a_s d}{b_o} + 2\right)\lambda\sqrt{fc} b_o d$$

Keterangan :
a_s= 30 (untuk kolom pinggir)

$$Vc = 0{,}083\left(\frac{30x897mm}{8636mm} + 2\right)1\sqrt{35}Mpax8636mmx897mm$$

$$Vc = 19442{,}87kN$$

- $$Vc = 0{,}33\lambda\sqrt{fc}b_o d$$

$$Vc = 0{,}33x1x\sqrt{35}Mpax8636mmx897mm$$

$$Vc = 15115{,}09kN$$

Maka dipakai nilai Vc terkecil yaitu 15008,88 kN

$$\phi Vc = 0{,}75x15008{,}88kN = 11256{,}66kN$$

$$Vu < \phi Vc$$

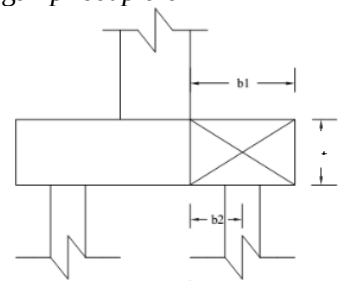
$$5588{,}58kN < 11256{,}66kN \rightarrow OK$$

7. Perencanaan tulangan lentur *pilecap*

$$dx = 1000mm - 75mm - 19mm = 915{,}5mm$$

$$dx = 1000mm - 75mm - 19mm - 0{,}5x19mm = 896{,}5mm$$

a. Penulangan *pilecap* arah x



Gambar 9.15 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0{,}5x4000) - (0{,}5x1725) = 1137{,}5mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 750mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 4mX1mX1{,}137mX2400kg/m^3 = 10920kg$$

$$Pu = 105533{,}33kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x10920kgx(1{,}137m)^2\right) + \left(105533{,}33kgX0{,}75m\right)$$
$$Mu = 72085{,}27kgm = 720852718{,}8Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{720852718{,}8Nmm}{0{,}8} = 901065898{,}4Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{901065898{,}4Nmm}{4000mmx(915{,}5mm)^2} = 0{,}269N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13{,}44x0{,}269}{400Mpa}}\right) = 0{,}00067$$

Karena *ρmin* lebih besar dari *ρ* ditambah 30% dari *ρ* sesuai pasal 10.5.3 SNI 2847:2013

$$\rho_{pakai} = 0{,}00067x1{,}3 = 0{,}00087$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0{,}00087x4000mmx915{,}5mm$$

$$As_{perlu} = 3213{,}34mm^2$$

Digunakan D19-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(19mm)^2 x4000mm}{200mm} = 5667{,}7mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$5667{,}7mm^2 > 3213{,}34mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

$$As_{tekan} = 0{,}5As_{tarik} = 0{,}5x5667{,}7mm^2 = 2833{,}85mm^2$$

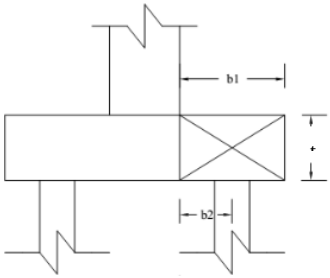
Digunakan D16-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(16mm)^2 x4000mm}{200mm} = 4019{,}2mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$4019{,}2mm^2 > 2833{,}85mm^2 \rightarrow OK$$

b. Penulangan *pilecap* arah y



Gambar 9.16 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0{,}5x4000) - (0{,}5x800) = 1600mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 750mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 4mX1mX1{,}6mX2400kg/m^3 = 15360kg$$

$$Pu = 105600kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x15360kgx(1{,}6m)^2\right) + \left(105600kgX0{,}75m\right)$$
$$Mu = 59539{,}2kgm = 595392000Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{595392000Nmm}{0{,}8} = 744240000Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{744240000Nmm}{4000mmx(896,5mm)^2} = 0,232N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0,85\,fc} = \frac{400MPa}{0,85x35Mpa} = 13,44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13,44x0,232}{400Mpa}}\right) = 0,00058$$

Karena ρmin lebih besar dari ρ ditambah 30% dari ρ sesuai pasal 10.5.3 SNI 2847:2013

$$\rho_{pakai} = 0,00058x1,3 = 0,00075$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0,00075x4000mmx896,5mm$$

$$As_{perlu} = 2708,6mm^2$$

Digunakan D19-200

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi x(19mm)^2\,x4000mm}{200mm} = 5667mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$5667mm^2 > 2460,94mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

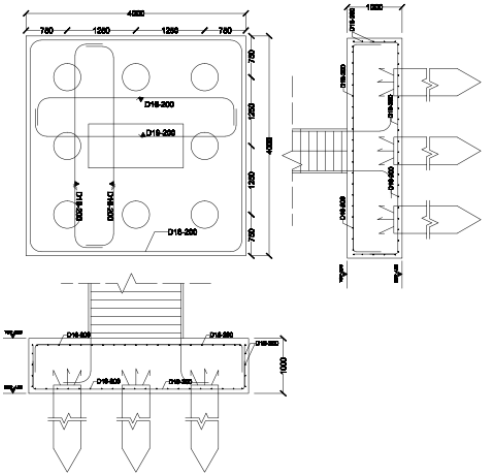
$$As_{tekan} = 0,5As_{tarik} = 0,5x5667mm^2 = 2833,5mm^2$$

Digunakan D16-200

$$As_{pakai} = \frac{0,25 x \pi x (16mm)^2 x 4000mm}{200mm} = 4019,2mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$4019,2mm^2 > 2460,94mm^2 \rightarrow OK$$



Gambar 9.17 Rencana penulangan pilecap P1

9.3.3 Perhitungan Pilecap P2

Data rencana :

Tipe *spun pile*	= WIKA BETON A2
Diameter *spun pile*	= 500 mm
Kedalaman rencana	= 24 m
Fc	= 35 Mpa
Fy	= 400 Mpa
Tebal cover *pilecap*	= 40 mm
Dimensi *pilecap*	
Lebar	= 2,75 m
Panjang	= 4 m
Tinggi	= 1 m

1. Perencanaan dimensi *pilecap*
   Dalam menghitung jarak antar tiang pancang (S) menurut "Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa-Jilid 2 (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck) menyatakan bahwa :
   Perhitungan jarak antar tiang pancang (S)
   $S \geq 2{,}5D$
   $S \geq 2{,}5x500mm$
   $S \geq 1250mm$
   Maka dipakai S = 1250 mm
   Perhitungan jarak tiang ke tepi poer (S')
   $S \geq 1{,}5D$
   $S \geq 1{,}5x500mm$
   $S \geq 750mm$
   Maka dipakai S'=750 mm
2. Gaya yang terjadi pada pondasi
   Dari program SAP200 diketahui gaya-gaya yang terjadi pada joint 43 yaitu :

- Akibat beban tetap (1D+1L)
  P = 439 ton
  Mx = 11 ton m
  My = 3 ton m
- Akibat beban sementara (1D+1L+1Ex)
  P = 505 ton
  Mx = 31 ton m
  My = 6 ton m
- Akibat beban smentara (1D+1L+1Ey)
  P = 493 ton
  Mx = 23 ton m
  My = 7 ton m
- Kebutuhan tiang pancang
  P max = 505 ton
  Berat *pilecap*
  $2{,}75mX4mX1mX2{,}4ton/m^3$ = 26,4 ton

$$Pu_{total} = 505ton + 26{,}4ton = 531{,}4ton$$

$$n = \frac{Pu_{total}}{Q_{ijin}} = \frac{531{,}4ton}{185} = 2{,}917 \approx 6$$

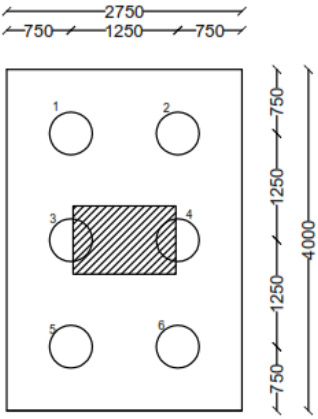
$$Pu_{kelompok} > Pu_{total}$$

$$6x185ton = 798ton > 531{,}4ton \rightarrow OK$$

3. Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan efisiensi

   Berdasarkan "*Analisa dan Desain Pondasi- Jilid 2* (Joseph Ebowles)", perhitungan daya dukung *pilecap* berdasarkan efisiensi metode *Converce-Labarre*

$$Efisiensi\,(\eta) = 1 - \arctan\frac{D}{S}\left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}\right]$$



Gambar 9.18Rencana pilecap P2 dan jumlah tiang pancang

Keterangan :

m = banyak tiang dalam kolom = 2 buah

n = banyak tiang dalam baris = 3 buah

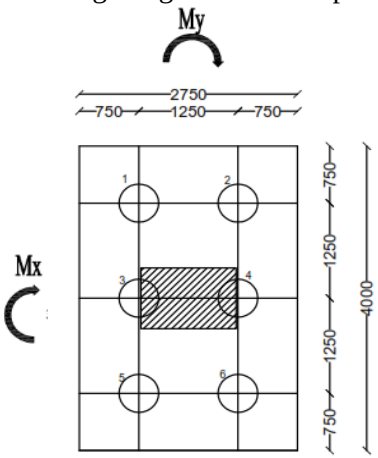
D = diameter pancang = 0,5 m

S = Jarak antas as pancang = 1,25 m

$$Efisiensi\,(\eta) = 1 - \arctan\frac{0,5}{1,25}\left[\frac{(3-1)2+(2-1)3}{90x2x3}\right] = 0,717$$

$$Qijin_{kelompok} = \eta XQ_{ijin} = 0,717x185 = 133ton$$

4. Perhitungan daya dukung tiang dalam kelompok



Gambar 9.19 Gaya yang terjadi pada pilecap dan pancang

Maka untuk gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang adalah :

Tabel 9.5 Perhitungan jarak tiang pancang ke titik pusat

No	x	x^2	y	y^2
1	0,65	0,423	-1,25	1,5625
2	-0,65	0,423	-1,25	1,5625
3	0,65	0,423	0	0

4	0,65	0,423	0	0
5	0,65	0,423	1,25	1,5625
6	-0,65	0,423	1,25	1,5625
	Σx^2	2,535	Σy^2	6,25

a. Perhitungan akibat beban tetap

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{439}{6} + \frac{11x1,25}{6,25} + \frac{3x0,65}{2,535} = 76,4ton$$

$$P1 = 76,4ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{439}{6} + \frac{11x1,25}{6,25} - \frac{3x0,65}{2,535} = 74,6ton$$

$$P2 = 74,6ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{439}{6} - \frac{11x1,25}{6,25} + \frac{3x0,65}{2,535} = 71,74ton$$

$$P3 = 71,74ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{439}{6} - \frac{11x1,25}{6,25} - \frac{3x0,65}{2,535} = 70,2ton$$

$$P4 = 70,2ton < 133ton \rightarrow OK$$

b. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ex)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{505}{6} + \frac{31x1,25}{6,25} + \frac{6x0,65}{2,535} = 92ton$$

$$P1 = 92ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{505}{6} + \frac{31x1,25}{6,25} - \frac{6x0,65}{2,535} = 88,83ton$$

$$P2 = 98,83ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{505}{6} + \frac{31x1,25}{6,25} - \frac{6x0,65}{2,535} = 79,51ton$$

$$P3 = 79,51ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{505}{6} - \frac{31x1,25}{6,25} - \frac{6x0,65}{2,535} = 76,43ton$$

$$P1 = 78,9ton < 133ton \rightarrow OK$$

c. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ey)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{493}{6} + \frac{21x1,25}{6,25} + \frac{7x0,65}{2,535} = 89,91ton$$

$$P1 = 89,91ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{493}{6} + \frac{21x1,25}{6,25} - \frac{7x0,65}{2,535} = 84,57ton$$

$$P2 = 84,57ton < 133ton \rightarrow OK$$

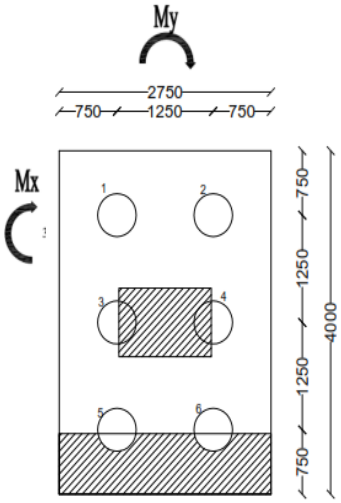
$$P3 = \frac{493}{6} - \frac{21x1,25}{6,25} + \frac{7x0,65}{2,535} = 79,76ton$$

$$P3 = 79,76ton < 133ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{493}{6} - \frac{21x1,25}{6,25} - \frac{7x0,65}{2,535} = 76,17ton$$

$$P4 = 76,17ton < 133ton \rightarrow OK$$

5. Cek perhitungan geser satu arah pada pilecap akibat kolom



Gambar 9.20 Bidang kritis geser satu arah

Digunakan tulangan D19 untuk tulangan lentur :

$$d = h - t - Dlentur - Dlentur / 2$$

$$d = 1000mm - 75mm - 19mm - 8,5mm = 897mm$$

$$Qu = \frac{Pu}{bh} = \frac{505on}{2,75mx4m} = 46,7ton.m = 0,467N.mm$$

Gaya geser yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.b.L'$$

$$L' = (0{,}5x4000mm) - (0{,}5x800mm) - 897mm = 704mm$$

$$Vu = \frac{0{,}476N.mmX2750mmX704mm}{1000} = 904{,}28kN$$

Gaya geser yang mampu dipikul oleh beton Vc

$$Vc = 0{,}17\sqrt{fc}bd$$

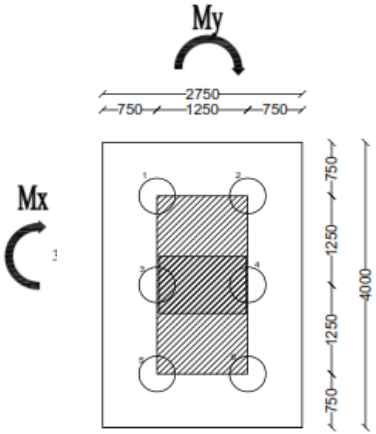
$$Vc = 0{,}17\sqrt{35}x2750mmx897mmx10^{-3} = 2479{,}51kN$$

$$\phi Vc = 0{,}75x2479{,}51kN = 1859{,}633kN$$

$$Vu < \phi Vc$$

$$904{,}28kN < 1859{,}633kN \rightarrow OK$$

6. Cek perhitungan geser dua arah pada *pilecap* akibat kolom



Gambar 9.21 Bidang kritis geser dua arah

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.At$$

$$At = (L_{pilecap} x P_{pilecap}) - ((h_{kolom} + d) x (b_{kolom} + d))$$

$$At = (2750 X 4000) - (800 + 897) x (1200 + 897)$$

$$At = 7443288 mm^2$$

$$Vu = 0{,}467 NmmX 7443288 mm^2$$

$$Vu = 3479128 N = 3479{,}128 kN$$

Berdasarkan pasal 11.11.2.1 (a),(b) dan (c) SNI 2847:2013 untuk perencanaan pelat atau pondasi telapak aksi dua arah, nilai Vc harus memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai Vc terkecil:

- $$Vc = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{fc} b_o d$$

Keterangan :

β = rasio dari sisi panjang kolom terhadap sisi pendek kolom

$$\beta = \frac{1200}{800} = 1{,}5$$

b_o= keliling penampang kritis

$$b_o = 2(b_{kolom} + h_{kolom}) + 4d$$

$$b_o = 2x(800mm + 1200mm) + 4x897mm = 7586mm$$

λ = 1 (untuk beton normal)

$$Vc = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{1{,}5}\right) 1x\sqrt{35} MPax 7586mm\ x897mm$$

$$Vc = 15959{,}63 kN$$

- $$Vc = 0{,}083\left(\frac{a_s d}{b_o} + 2\right)\lambda\sqrt{fc} b_o d$$

Keterangan :

a_s= 30 (untuk kolom pinggir)

$$Vc = 0{,}083\left(\frac{30x897mm}{7586mm} + 2\right)1\sqrt{35}Mpax7586mmx897mm$$

$$Vc = 18518{,}42kN$$

- $Vc = 0{,}33\lambda\sqrt{fc}b_o d$

  $$Vc = 0{,}33x1x\sqrt{35}Mpax7586mmx897mm$$

  $$Vc = 13277{,}34kN$$

  Maka dipakai nilai Vc terkecil yaitu 13277,34 kN

  $$\phi Vc = 0{,}75x13277{,}34kN = 9958{,}005kN$$

  $$Vu < \phi Vc$$

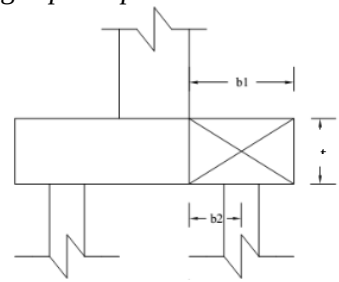
  $$3479{,}128kN < 9958{,}005kN \rightarrow OK$$

7. Perencanaan tulangan lentur *pilecap*

   $$dx = 1000mm - 75mm - 19mm = 915{,}5mm$$

   $$dx = 1000mm - 75mm - 19mm - 0{,}5x19mm = 896{,}5mm$$

a. Penulangan *pilecap* arah x



Gambar 9.22 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0{,}5x2750) - (0{,}5x1200) = 775mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 750mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 4mX1mX0{,}775mX2400kg/m^3 = 7440kg$$

$$Pu = 92460kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x7440kgx(0{,}775m)^2\right) + \left(92460kgX0{,}75m\right)$$
$$Mu = 67111kgm = 671106750Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{671106750Nmm}{0{,}8} = 83883437{,}5Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{83883437{,}5Nmm}{2750mmx(915{,}5mm)^2} = 0{,}364N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13{,}44x0{,}364}{400Mpa}}\right) = 0{,}000915$$

Karena *ρmin* lebih besar dari *ρ* ditambah 30% dari *ρ* sesuai pasal 10.5.3 SNI 2847:2013

$$\rho_{pakai} = 0{,}000915x1{,}3 = 0{,}00119$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0{,}00119x2750mmx915{,}5mm$$

$$As_{perlu} = 2996{,}46mm^2$$

Digunakan D19-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(19mm)^2 x2750mm}{200mm} = 3897mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$3897mm^2 > 2996{,}46mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

$$As_{tekan} = 0{,}5As_{tarik} = 0{,}5x3897mm^2 = 1948mm^2$$

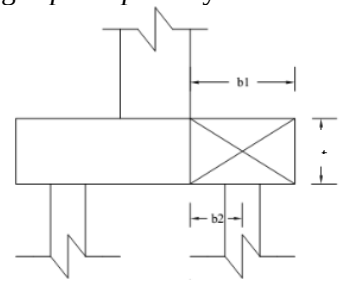
Digunakan D16-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(16mm)^2 x2750mm}{200mm} = 2763mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2763mm^2 > 1948mm^2 \rightarrow OK$$

b. Penulangan *pilecap* arah y



Gambar 9.23 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0{,}5x4000) - (0{,}5x800) = 1600mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 750mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 2{,}75mX1mX1{,}6mX2400kg/m^3 = 10560kg$$

$$Pu = 90175kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x10560kgx(1{,}6m)^2\right) + \left(90175kgX0{,}75m\right)$$
$$Mu = 54114kgm = 541144500Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{541144500Nmm}{0{,}8} = 676430625Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{676430625Nmm}{4000mmx(896{,}5mm)^2} = 0{,}210N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13,44x0,210}{400Mpa}}\right) = 0,00053$$

Karena ρmin lebih besar dari ρ ditambah 30% dari ρ sesuai pasal 10.5.3 SNI 2847:2013

$$\rho_{pakai} = 0,00053x1,3 = 0,000686$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0,000686x4000mmx896,5mm$$

$$As_{perlu} = 2460,94mm^2$$

Digunakan D19-200

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi x(19mm)^2 x4000mm}{200mm} = 5668mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$5668mm^2 > 2460,94mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

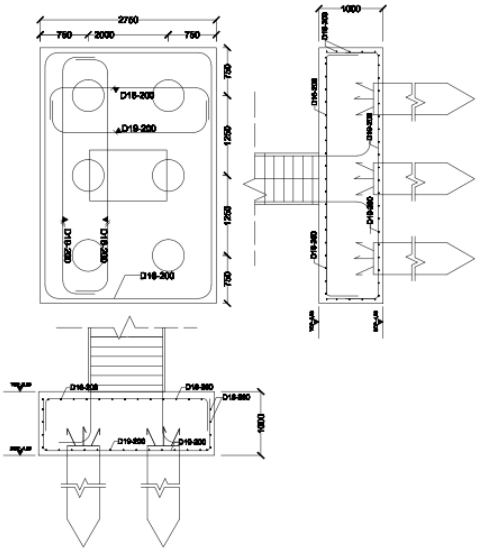
$$As_{tekan} = 0,5As_{tarik} = 0,5x5688mm^2 = 2834mm^2$$

Digunakan D16--200

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi x(16mm)^2 x4000mm}{200mm} = 4019mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$4019mm^2 > 2834mm^2 \rightarrow OK$$



Gambar 9.24 Rencana penulangan pilecap P2

9.3.4 Perhitungan Pilecap P3

Data rencana :

Tipe *spun pile*	= WIKA BETON A2
Diameter *spun pile*	= 500 mm
Kedalaman rencana	= 24 m
Fc	= 35 Mpa
Fy	= 400 Mpa
Tebal cover *pilecap*	= 40 mm
Dimensi *pilecap*	
Lebar	= 1,5 m
Panjang	= 2,75 m
Tinggi	= 0,5 m

1. Perencanaan dimensi *pilecap*

Dalam menghitung jarak antar tiang pancang (S) menurut "Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa-Jilid 2 (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck) menyatakan bahwa :
Perhitungan jarak antar tiang pancang (S)

$$S \geq 2{,}5D$$

$$S \geq 2{,}5x500mm$$

$$S \geq 1250mm$$

Maka dipakai S = 1250 mm
Perhitungan jarak tiang ke tepi poer (S')

$$S \geq 1{,}5D$$

$$S \geq 1{,}5x500mm$$

$$S \geq 750mm$$

Maka dipakai S'=750 mm

2. Gaya yang terjadi pada pondasi
   Dari program SAP200 diketahui gaya-gaya yang terjadi pada joint 483 yaitu :

- Akibat beban tetap (1D+1L)
  P = 92 ton
  Mx = 0,28 ton m
  My = 0,2ton m
- Akibat beban sementara (1D+1L+1Ex)
  P = 116 ton
  Mx = 0,36 ton m
  My = 0,7 ton m
- Akibat beban smentara (1D+1L+1Ey)
  P = 110 ton
  Mx = 0,35 ton m
  My = 1,2 ton m
- Kebutuhan tiang pancang
  P max = 116 ton
  Berat *pilecap*
  $1{,}5mX2{,}75mX1mX2{,}4ton/m^3$ = 4,87 ton

$$Pu_{total} = 116ton + 4{,}87ton = 120{,}9ton$$

$$n = \frac{Pu_{total}}{Q_{ijin}} = \frac{120{,}9ton}{185} = 0{,}652 \approx 2$$

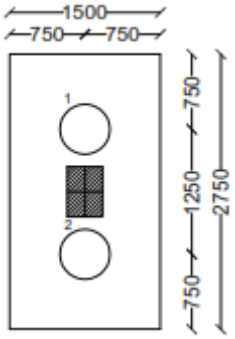
$$Pu_{kelompok} > Pu_{total}$$

$$2x185ton = 326ton > 120{,}9ton \rightarrow OK$$

3. Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan efisiensi

   Berdasarkan "*Analisa dan Desain Pondasi- Jilid 2* (Joseph Ebowles)", perhitungan daya dukung *pilecap* berdasarkan efisiensi metode *Converce-Labarre*

$$Efisiensi\,(\eta) = 1 - \arctan\frac{D}{S}\left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}\right]$$



Gambar 9.25 Rencana pilecap P3 dan jumlah tiang pancang

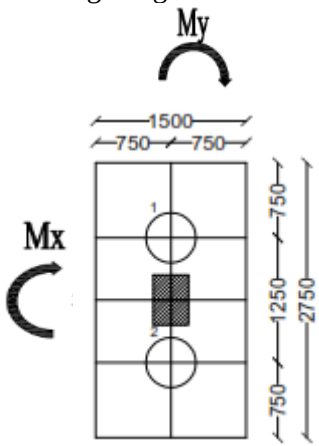
Keterangan :

m = banyak tiang dalam kolom	= 1 buah
n = banyak tiang dalam baris	= 2 buah
D = diameter pancang	= 0,5 m
S = Jarak antas as pancang	= 1,25 m

$$Efisiensi(\eta) = 1 - \arctan\frac{0,5}{1,25}\left[\frac{(1-1)2+(2-1)1}{90x2x1}\right] = 0,879$$

$$Qijin_{kelompok} = \eta XQ_{ijin} = 0,879x185 = 162,9ton$$

4. Perhitungan daya dukung tiang dalam kelompok



Gambar 9.26 Gaya yang terjadi pada pilecap dan pancang

Maka untuk gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang adalah :

Tabel 9.6 Perhitungan jarak tiang pancang ke titik pusat

No	x	x^2	y	y^2
1	0	0	-0,75	0,563
2	0	0	0,75	0,563
	Σx^2	0	Σy^2	1,125

a. Perhitungan akibat beban tetap

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{92}{2} + \frac{0,28x0,563}{1,25} + \frac{0,2x0}{0} = 46,19ton$$

$$P1 = 46,19ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{92}{2} + \frac{0,28x0,563}{1,25} - \frac{0,2x0}{0} = 46,19ton$$

$$P2 = 46,19ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{92}{2} - \frac{0,28x0,563}{1,25} + \frac{0,2x0}{0} = 45,81ton$$

$$P3 = 45,81ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{92}{2} - \frac{0,28x0,563}{1,25} - \frac{0,2x0}{0} = 45,81ton$$

$$P4 = 45,81ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

b. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ex)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{116}{2} + \frac{0,36x0,563}{1,25} + \frac{0,7x0}{0} = 58,24ton$$

$$P1 = 58,24ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{116}{2} - \frac{0,36x0,563}{1,25} + \frac{0,7x0}{0} = 58,24ton$$

$$P2 = 58,24ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{116}{2} - \frac{0,36x0,563}{1,25} + \frac{0,71x0}{0} = 57,76ton$$

$$P3 = 57,76ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{116}{2} - \frac{0,36x0,563}{1,25} - \frac{0,7x0}{0} = 57,76ton$$

$$P4 = 57,76ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

c. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ey)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{110}{2} + \frac{0,35x0,563}{1,25} + \frac{1,2x0}{0} = 55,23ton$$

$$P1 = 55,23ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{110}{2} + \frac{0,35x0,563}{1,25} - \frac{1,2x0}{0} = 55,23ton$$

$$P2 = 55,23ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

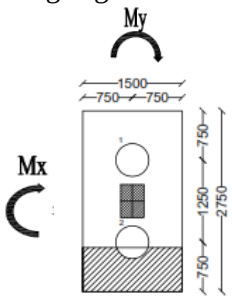
$$P3 = \frac{110}{2} - \frac{0,35x0,563}{1,25} + \frac{1,2x0}{0} = 54,77ton$$

$$P3 = 54,77ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{110}{2} - \frac{0,35x0,563}{1,25} - \frac{1,2x0}{0} = 54,77ton$$

$$P4 = 54,77ton < 162,9ton \rightarrow OK$$

5. Cek perhitungan geser satu arah pada pilecap akibat kolom



Gambar 9.27 Bidang kritis geser satu arah

Digunakan tulangan D19 untuk tulangan lentur :

$$d = h - t - Dlentur - Dlentur / 2$$

$$d = 500mm - 75mm - 19mm - 8{,}5mm = 396{,}5mm$$

$$Qu = \frac{Pu}{bh} = \frac{116ton}{2{,}75mx1{,}5m} = 28{,}12ton.m = 0{,}28N.mm$$

Gaya geser yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.b.L'$$

$$L' = (0{,}5x2750mm) - (0{,}5x350mm) - 396{,}5mm = 803{,}5mm$$

$$Vu = \frac{0{,}28N.mmX1500mmX803{,}5mm}{1000} = 338{,}93kN$$

Gaya geser yang mampu dipikul oleh beton Vc

$$Vc = 0{,}17\sqrt{fc}bd$$

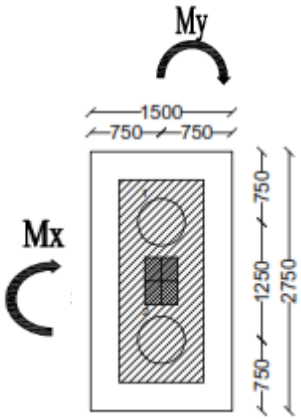
$$Vc = 0{,}17\sqrt{35}x1500mmx396mmx10^{-3} = 598{,}16kN$$

$$\phi Vc = 0{,}75x598{,}16kN = 448{,}62kN$$

$$Vu < \phi Vc$$

$$338{,}93kN < 448{,}62kN \rightarrow OK$$

6. Cek perhitungan geser dua arah pada *pilecap* akibat kolom



Gambar 9.28 Bidang kritis geser dua arah

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.At$$

$$At = (L_{pilecap} x P_{pilecap}) - ((h_{kolom} + d)x(b_{kolom} + d))$$

$$At = (1500 X\, 2750) - (500 + 396)x(350 + 396)$$

$$At = 3455762{,}75 mm^2$$

$$Vu = 0{,}28 NmmX 3455762{,}75 mm^2$$

$$Vu = 971802{,}37 N = 971{,}8 kN$$

Berdasarkan pasal 11.11.2.1 (a),(b) dan (c) SNI 2847:2013 untuk perencanaan pelat atau pondasi telapak aksi dua arah, nilai Vc harus memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai Vc terkecil:

- $$Vc = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{fc}\, b_o d$$

Keterangan :

β = rasio dari sisi panjang kolom terhadap sisi pendek kolom

$$\beta = \frac{500}{350} = 1{,}43$$

b_o= keliling penampang kritis

$$b_o = 2(b_{kolom} + h_{kolom}) + 4d$$

$$b_o = 2x(500mm + 350mm) + 4x396mm = 3286mm$$

λ = 1 (untuk beton normal)

$$Vc = 0{,}17\left(1 + \frac{2}{1{,}43}\right)1x\sqrt{35}MPax3286mm\ \ x396mm$$

$$Vc = 3144{,}88kN$$

- $$Vc = 0{,}083\left(\frac{a_s d}{b_o} + 2\right)\lambda\sqrt{fc}b_o d$$

Keterangan :

a_s= 30 (untuk kolom pinggir)

$$Vc = 0{,}083\left(\frac{30x396mm}{3286mm} + 2\right)1\sqrt{35}Mpax3286mmx396mm$$

$$Vc = 3595{,}44kN$$

- $$Vc = 0{,}33\lambda\sqrt{fc}b_o d$$

$$Vc = 0{,}33x1x\sqrt{35}Mpax3286mmx396mm$$

$$Vc = 2543{,}66kN$$

Maka dipakai nilai Vc terkecil yaitu 2543,66 kN

$$\phi Vc = 0{,}75x2543{,}66kN = 1907{,}74kN$$

$$Vu < \phi Vc$$

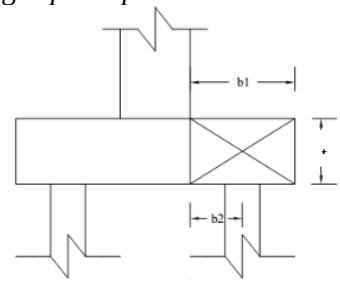
$$971{,}8kN < 1907{,}74kN \rightarrow OK$$

7. Perencanaan tulangan lentur *pilecap*

$$dx = 1000mm - 75mm - 19mm = 915{,}5mm$$

$$dx = 1000mm - 75mm - 19mm - 0{,}5x19mm = 896{,}5mm$$

a. Penulangan *pilecap* arah x



Gambar 9.29 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0{,}5x1500) - (0{,}5x500) = 500mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 750mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 2{,}75mX1mX0{,}5mX2400kg/m^3 = 1650kg$$

$$Pu = 58240kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x1650kgx(0{,}5m)^2\right) + \left(58240kgX0{,}75m\right)$$
$$Mu = 43473{,}75kgm = 434737500Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{434737500Nmm}{0{,}8} = 543421875Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{543421875Nmm}{1500mmx(915{,}5mm)^2} = 0{,}42N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85\,fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13{,}44x0{,}42}{400Mpa}}\right) = 0{,}001$$

Karena ρmin lebih besar dari ρ ditambah 30% dari ρ sesuai pasal 10.5.3 SNI 2847:2013

$$\rho_{pakai} = 0{,}001x1{,}3 = 0{,}0013$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0{,}0013x1500mmx915{,}5mm$$

$$As_{perlu} = 2432{,}15mm^2$$

Digunakan D19-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(19mm)^2\,x1500mm}{200mm} = 2834mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2834mm^2 > 22432{,}25mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

$$As_{tekan} = 0{,}5As_{tarik} = 0{,}5x2834mm^2 = 1416{,}93mm^2$$

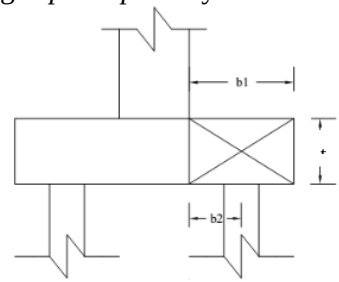
Digunakan D16-200

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi x(16mm)^2 x2750mm}{200mm} = 2763mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2763mm^2 > 1416,93mm^2 \rightarrow OK$$

b. Penulangan *pilecap* arah y



Gambar 9.30 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0,5x2750) - (0,5x350) = 1200mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 750mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 1,5mX1mX1,2mX2400kg/m^3 = 2160kg$$

$$Pu = 55233,33kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x2160kgx(1{,}2m)^2\right) + \left(55233{,}33kgX0{,}75m\right)$$
$$Mu = 26061{,}47kgm = 260614700Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{260614700Nmm}{0{,}8} = 325768333{,}33Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{325768333{,}33Nmm}{2750mmx(396mm)^2} = 0{,}147N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13{,}44x0{,}147}{400Mpa}}\right) = 0{,}00044$$

Karena ρmin lebih besar dari ρ ditambah 30% dari ρ sesuai pasal 10.5.3 SNI 2847:2013

$$\rho_{pakai} = 0{,}00044x1{,}3 = 0{,}00057$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0{,}00057x2750mmx396mm$$
$$As_{perlu} = 1415{,}11mm^2$$

Digunakan D19-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(19mm)^2 x2750mm}{200mm} = 3897mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$3897mm^2 > 1415{,}11mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

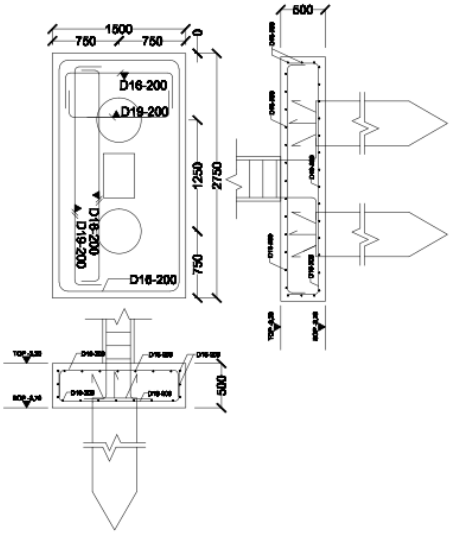
$$As_{tekan} = 0{,}5As_{tarik} = 0{,}5x3897mm^2 = 1948{,}27mm^2$$

Digunakan D16-200

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(16mm)^2 x2750mm}{200mm} = 2763mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2763mm^2 > 1948{,}27mm^2 \rightarrow OK$$



Gambar 9.31 Rencana penulangan pilecap P3

9.3.5 Perhitungan Pilecap P4

Data rencana :

Tipe *spun pile*	= WIKA BETON A2
Diameter *spun pile*	= 300 mm
Kedalaman rencana	= 8 m
Fc	= 35 Mpa
Fy	= 400 Mpa
Tebal cover *pilecap*	= 40 mm
Dimensi *pilecap*	
Lebar	= 1 m
Panjang	= 1 m
Tinggi	= 0,5 m

1. Perencanaan dimensi *pilecap*

   Dalam menghitung jarak antar tiang pancang (S) menurut "Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa-Jilid 2 (Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck) menyatakan bahwa :

   Perhitungan jarak antar tiang pancang (S)

   $S \geq 2{,}5D$

   $S \geq 2{,}5x300mm$

   $S \geq 750mm$

   Maka dipakai S = 1000 mm

   Perhitungan jarak tiang ke tepi poer (S')

   $S \geq 1{,}5D$

   $S \geq 1{,}5x300mm$

   $S \geq 450mm$

   Maka dipakai S'=500 mm

2. Gaya yang terjadi pada pondasi

   Dari program SAP200 diketahui gaya-gaya yang terjadi pada joint 195 yaitu :

- Akibat beban tetap (1D+1L)

P	= 47,98ton
Mx	= 1,6 ton m
My	= 0,1 ton m

- Akibat beban sementara (1D+1L+1Ex)
  P = 49,4 ton
  Mx = 1,7 ton m
  My = 0,18 ton m
- Akibat beban smentara (1D+1L+1Ey)
  P = 49,7 ton
  Mx = 1,8 ton m
  My = 0,18 ton m
- Kebutuhan tiang pancang
  P max = 49,7 ton
  Berat *pilecap*
  $1mX1mX1mX2{,}4ton/m^3$ = 1,18 ton

$$Pu_{total} = 49{,}7ton + 1{,}18ton = 50{,}88ton$$

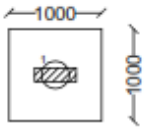
$$n = \frac{Pu_{total}}{Q_{ijin}} = \frac{50{,}88ton}{72{,}6} = 0{,}7 \approx 1$$

$$Pu_{kelompok} > Pu_{total}$$

$$1x73ton = 73ton > 50{,}88ton \rightarrow OK$$

3. Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan efisiensi
   Berdasarkan "*Analisa dan Desain Pondasi- Jilid 2* (Joseph Ebowles)", perhitungan daya dukung *pilecap* berdasarkan efisiensi metode *Converce-Labarre*

$$Efisiensi(\eta) = 1 - \arctan\frac{D}{S}\left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}\right]$$



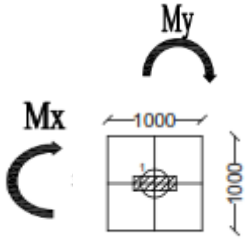
Gambar 9.32 Rencana pilecap P4 dan jumlah tiang pancang

Keterangan :
m = banyak tiang dalam kolom = 1 buah
n = banyak tiang dalam baris = 1 buah
D = diameter pancang = 0,3 m
S = Jarak antas as pancang = 1 m

$$Efisiensi\,(\eta) = 1 - \arctan\frac{0{,}3}{1}\left[\frac{(1-1)1+(1-1)1}{90x1x1}\right] = 1$$

$$Qijin_{kelompok} = \eta XQ_{ijin} = 1x73 = 73ton$$

4. Perhitungan daya dukung tiang dalam kelompok



Gambar 9.33 Gaya yang terjadi pada pilecap dan pancang

Maka untuk gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang adalah :

Tabel 9.7 Perhitungan jarak tiang pancang ke titik pusat

No	x	x^2	y	y^2
1	0	0	0	0
	Σx^2	0	Σy^2	0

a. Perhitungan akibat beban tetap

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{47,98}{1} + \frac{1,6x0}{0} + \frac{0,1x0}{0} = 47,98ton$$

$$P1 = 47,98ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{47,98}{1} + \frac{1,6x0}{0} - \frac{0,1x0}{0} = 47,98ton$$

$$P2 = 47,98ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{47,98}{1} - \frac{1,6x0}{0} + \frac{0,1x0}{0} = 47,98ton$$

$$P3 = 47,98ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{47,98}{1} - \frac{1,6x0}{0} - \frac{0,1x0}{0} = 47,98ton$$

$$P4 = 47,98ton < 73ton \rightarrow OK$$

b. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ex)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{49,4}{1} + \frac{1,76x0}{0} + \frac{0,13x0}{0} = 49,94ton$$

$$P1 = 49,94ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{49,4}{1} + \frac{1,76x0}{0} - \frac{0,13x0}{0} = 49,94ton$$

$$P2 = 49,94ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{49,4}{1} - \frac{1,76x0}{0} + \frac{0,13x0}{0} = 49,94ton$$

$$P3 = 49,94ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{49,4}{1} - \frac{1,76x0}{0} - \frac{0,13x0}{0} = 49,94ton$$

$$P4 = 49,94ton < 73ton \rightarrow OK$$

c. Perhitungan akibat beban semnetara (1D+1L+1Ey)

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\Sigma y^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\Sigma x^2}$$

$$P1 = \frac{49,7}{1} + \frac{1,8x0}{0} + \frac{0,18x0}{0} = 49,7ton$$

$$P1 = 49,7ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P2 = \frac{49,7}{1} + \frac{1,8x0}{0} - \frac{0,18x0}{0} = 49,7ton$$

$$P2 = 49,7ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P3 = \frac{49,7}{1} - \frac{1,8x0}{0} + \frac{0,18x0}{0} = 49,7ton$$

$$P3 = 49,7ton < 73ton \rightarrow OK$$

$$P4 = \frac{49,7}{1} - \frac{1,8x0}{0} - \frac{0,18x0}{0} = 49,7ton$$

$$P4 = 49,7ton < 73ton \rightarrow OK$$

5. Cek perhitungan geser satu arah pada pilecap akibat kolom

Digunakan tulangan D19 untuk tulangan lentur :

$$d = h - t - Dlentur - Dlentur / 2$$

$$d = 500mm - 75mm - 19mm - 8,5mm = 396,5mm$$

$$Qu = \frac{Pu}{bh} = \frac{49,7ton}{1mx1m} = 49,7ton.m = 0,497N.mm$$

Gaya geser yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.b.L'$$

$$L' = (0{,}5x1000mm) - (0{,}5x150mm) - 396{,}5mm = 28{,}5mm$$

$$Vu = \frac{0{,}497N.mmX1000mmX28{,}5mm}{1000} = 14{,}16N$$

Gaya geser yang mampu dipikul oleh beton Vc

$$Vc = 0{,}17\sqrt{fc}bd$$

$$Vc = 0{,}17\sqrt{35}x1000mmx397mmx10^{-3} = 398{,}77kN$$

$$\phi Vc = 0{,}75x398{,}77kN = 299{,}08kN$$

$$Vu < \phi Vc$$

$$14{,}16kN < 299{,}08kN \rightarrow OK$$

6. Cek perhitungan geser dua arah pada *pilecap* akibat kolom

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada *pilecap*

$$Vu = Qu.At$$

$$At = (L_{pilecap} x P_{pilecap}) - ((h_{kolom} + d)x(b_{kolom} + d))$$

$$At = (1000X1000) - (450 + 396)x(150 + 396)$$

$$At = 462612{,}3mm^2$$

$$Vu = 0{,}497NmmX462612{,}3mm^2$$

$$Vu = 229918{,}3N = 229{,}92kN$$

Berdasarkan pasal 11.11.2.1 (a),(b) dan (c) SNI 2847:2013 untuk perencanaan pelat atau pondasi telapak aksi dua arah, nilai Vc harus memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai Vc terkecil:

- $Vc = 0{,}17\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{fc}b_o d$

  Keterangan :

  β = rasio dari sisi panjang kolom terhadap sisi pendek kolom

  $\beta = \frac{450}{150} = 3$

  b_o= keliling penampang kritis

  $b_o = 2(b_{kolom} + h_{kolom}) + 4d$

  $b_o = 2x(450mm + 150mm) + 4x396mm = 2786mm$

  λ = 1 (untuk beton normal)

  $Vc = 0{,}17\left(1+\frac{2}{3}\right)1x\sqrt{35}MPax2786mm\ \ x396mm$

  $Vc = 1851{,}63kN$

- $Vc = 0{,}083\left(\frac{a_s d}{b_o} + 2\right)\lambda\sqrt{fc}b_o d$

  Keterangan :

  a_s= 30 (untuk kolom pinggir)

  $Vc = 0{,}083\left(\frac{30x396mm}{2786mm} + 2\right)1\sqrt{35}Mpax2786mmx396mm$

  $Vc = 3400{,}74kN$

- $Vc = 0{,}33\lambda\sqrt{fc}b_o d$

  $Vc = 0{,}33x1x\sqrt{35}Mpax2786mmx396mm$

  $Vc = 1851{,}64kN$

  Maka dipakai nilai Vc terkecil yaitu 1851,73 kN

  $\phi Vc = 0{,}75x1851{,}73kN = 1388{,}73kN$

  $Vu < \phi Vc$

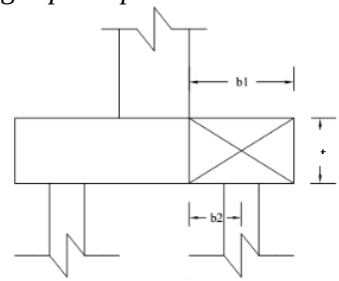
  $229{,}92kN < 1388{,}73kN \rightarrow OK$

7. Perencanaan tulangan lentur *pilecap*

$$dx = 1000mm - 75mm - 19mm = 915{,}5mm$$

$$dx = 1000mm - 75mm - 19mm - 0{,}5x19mm = 896{,}5mm$$

a. Penulangan *pilecap* arah x



Gambar 9.34 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0{,}5x1000) - (0{,}5x450) = 275mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 500mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 1mX0{,}5mX0{,}275mX2400kg/m^3 = 330kg$$

$$Pu = 49400kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$

$$Mu = \left(-(0{,}5x330kgx(0{,}275m)^2\right) + \left(49400kgX0{,}5m\right)$$

$$Mu = 24687{,}5kgm = 246875218{,}8Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{246875218{,}8Nmm}{0{,}8} = 308594023{,}4Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{308594023{,}4Nmm}{1000mmx(915{,}5mm)^2} = 1{,}963N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85\,fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13{,}44x1{,}963}{400Mpa}}\right) = 0{,}005$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0{,}005x1000mmx915{,}5mm$$

$$As_{perlu} = 2014{,}54mm^2$$

Digunakan D19-100

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(19mm)^2\,x1000mm}{100mm} = 2833{,}35mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2833{,}35mm^2 > 2014{,}55mm^2 \rightarrow OK$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

$$As_{tekan} = 0{,}5As_{tarik} = 0{,}5x2833{,}35mm^2 = 1416{,}9mm^2$$

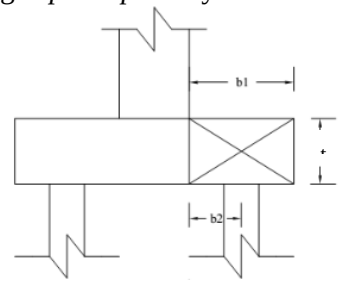
Digunakan D16-100

$$As_{pakai} = \frac{0,25x\pi x(16mm)^2 x1000mm}{100mm} = 2010mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2010mm^2 > 1416,9mm^2 \rightarrow OK$$

b. Penulangan *pilecap* arah y



Gambar 9.35 Mekanika gaya pada pilecap

Diketahui :

b1 = jarak dari ujung *pilecap* ke tepi kolom

$$b1 = (0,5x1000) - (0,5x150) = 475mm$$

b2 = jarak dari as tiang pancang ke tepi *pilecap*

$$b2 = 500mm$$

qu=berat *pilecap* yg ditinjau

$$qu = 1mX0,5mX0,475mX2400kg/m^3 = 510kg$$

$$Pu = 49700kg$$

Maka momen yang terjadi pada poer adalah :

$$Mu = -Mq + Mp$$
$$Mu = \left(-(0{,}5x510kgx(0{,}475m)^2\right) + \left(49700kgX0{,}5m\right)$$
$$Mu = 24803{,}9kgm = 248039406{,}3Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{248039406{,}3Nmm}{0{,}8} = 310049257{,}8Nmm$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{310049257{,}8Nmm}{1000mmx(915{,}5mm)^2} = 1{,}972N/mm^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85fc} = \frac{400MPa}{0{,}85x35Mpa} = 13{,}44$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{13{,}44}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x13{,}44x1{,}972}{400Mpa}}\right) = 0{,}005$$

$$As_{perlu} = \rho bd = 0{,}005x1000mmx915{,}5mm$$
$$As_{perlu} = 2014{,}54mm^2$$

Digunakan D19-100

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(19mm)^2 x1000mm}{100mm} = 2833{,}25mm^2$$

Untuk tulangan tekan digunakan 0,5As tarik

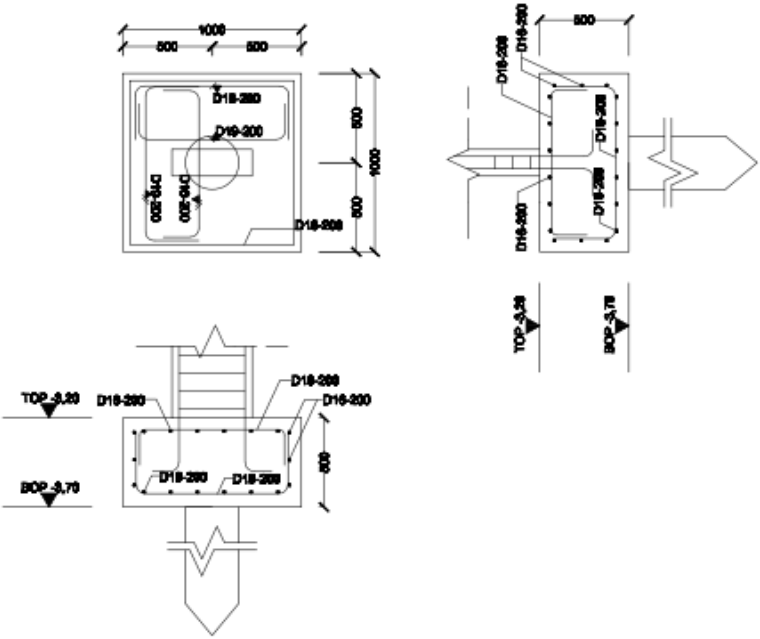
$$As_{tekan} = 0{,}5As_{tarik} = 0{,}5x2833{,}35mm^2 = 1416{,}9mm^2$$

Digunakan D16-100

$$As_{pakai} = \frac{0{,}25x\pi x(16mm)^2 \, x1000mm}{100mm} = 2010mm^2$$

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$2010mm^2 > 1416{,}9mm^2 \rightarrow OK$$



Gambar 9.36 Rencana penulangan pilecap P4

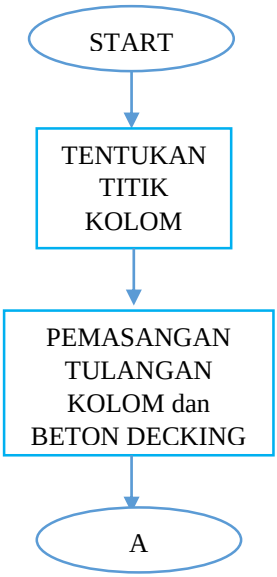
BAB X
METODE PELAKSANAAN

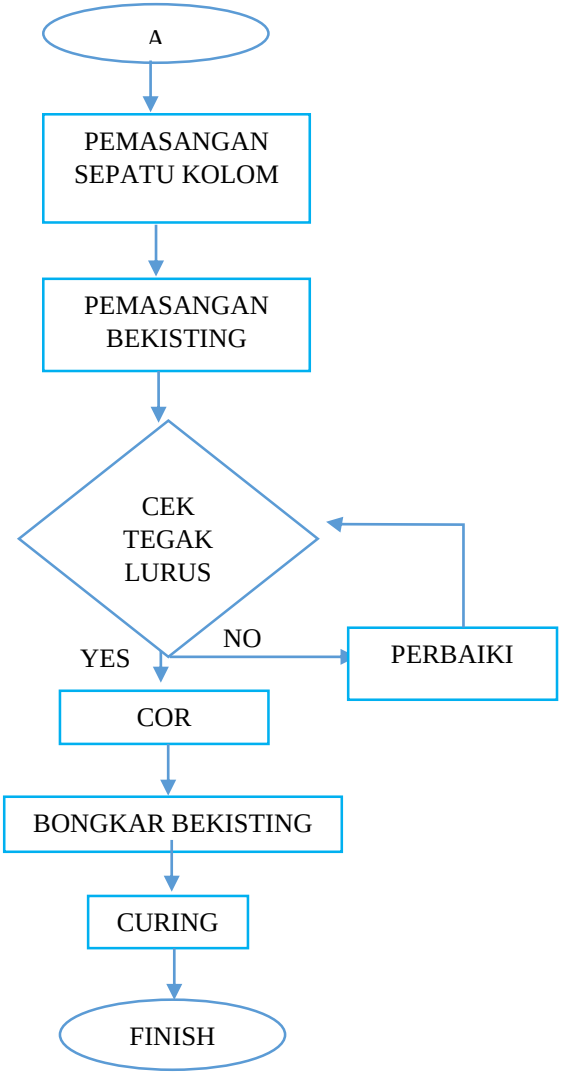
10.1 Umum

Metode pelaksanaan adalah rangkaian kegiatan pelaksanaan yang mengikuti prosedur dan telah dirancang dengan standar tertentu. Pada tugas akhir ini metode pelaksanaan yang direncanakan adalah metode pelaksanaan struktur atas yang terdiri dari kolom, balok, pelat dan tangga.

10.2 Kolom

Pekerjaan kolom adalah pekerjaan beton struktur bertulang yang merupakan batang vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Pada pekerjaan kolom ada empat tahap yang dilakukan adalah pekerjaan tulangan, pekerjaan bekisting, pekerjaan pengecoran dan pekerjaan pembongkaran bekisting.



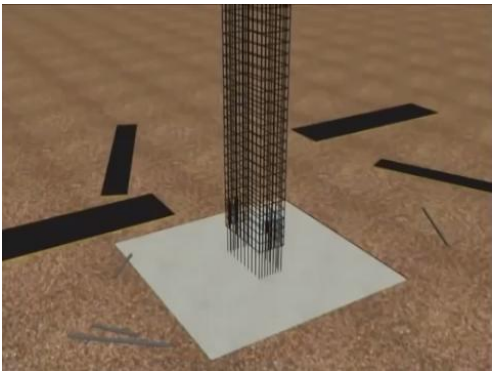


Gambar 10.1 Flowchart pekerjaan kolom

10.2.1 Pekerjaan Tulangan Kolom

Pekerjaan tulangan kolom menggunakan sistem perakitan di tempat untuk tulangan utama dan sengkang kolom. Tahapan pelaksanaan pekerjaan penulangan kolom adalah :

1. Pemotongan baja tulangan untuk tulangan utama dan tulangan sengkang berdasarkan dimensi yang telah direncanakan.
2. Merakit tulangan utama dan sengkang kolom serta mengatur jarak antar sengkang kolom di tumpuan dan dilapangan.
3. Tulangan kolom yang telah dirakit diangkut menggunakan *tower crane* kedalam kolom yang telah dipasang stek kolom.



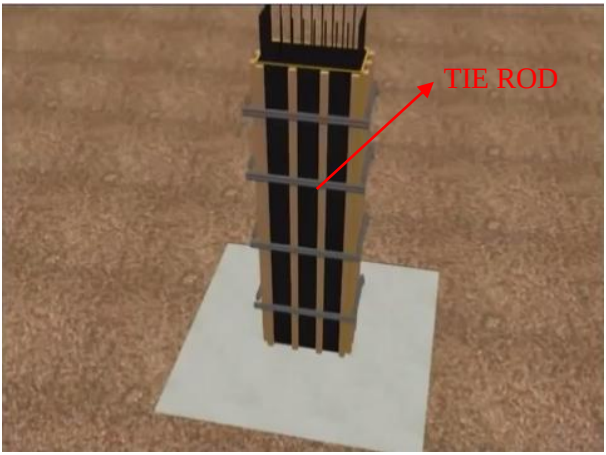
Gambar 10.2 Pemasangan tulangan kolom ke stek kolom dengan tower crane

10.2.2 Pekerjaan Bekisting Kolom

Pekerjaan bekisting pada kolom menggunakan sistem *knock down*. Bekisting kolom yang terbuat dari pelat baja dan sabuk pengikatnya menggunakan baja *tie rod*. Bekisting pada kolom ini menggunakan 4 sabuk pengikat serta *clemp* sebagai

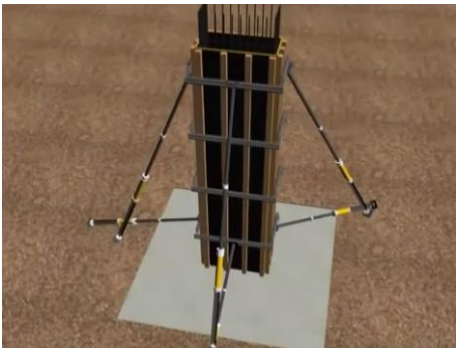
penjepit antar siku. Tahapan pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom adalah :

1. Perakitan bekisting kolom sesuai dengan dimensi yang telah direncanakan.
2. Bekisiting diangkut menggunakan tower crane dan dipasang ke kolom.
3. Pemasangan *tie rod* dan *clemp* pada beksiting kolom untuk mengikat kolom.



Gambar 10.3 Pemasangan bekisting dan tie rod kolom

4. Pemasangan *push pull props* dan *bracket* pada bekisting untuk menyangga dan mempertahankan posisi bekisting kolom sehingga tidak dapat bergerak karena sesuatu hal yang tidak diinginkan.



Gambar 10.4 Pemasangan push pull props pada bekisting kolom

5. Setelah semua bagian terpasang cek vertikalitas kolom dengan unting unting dan benang yang ditempatkan pada kedua sisi bekisting.

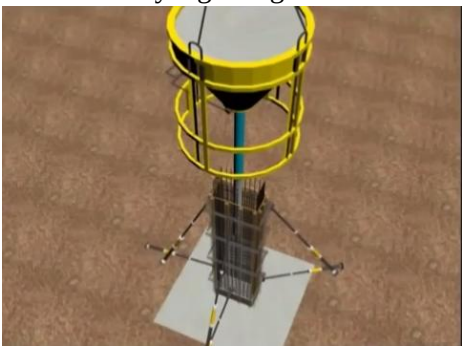
10.2.3 Pekerjaan Pengecoran Kolom

Pekerjaan pengecoran kolom dilakukan setelah pekerjaan tulangan dan bekisting telah selesai dikerjakan. Pengecoran kolom menggunakan beton *ready mix* dengan mutu 35 Mpa. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pengecoran kolom adalah :

1. Pengecekan tulangan dan kondisi bekisting yang sudah siap.
2. Pembersihan bekisiting kolom dengan menggunakan *air compresor* agar tidak ada debu atau sisa kawat yang berada di bekisting kolom.
3. Pengujian *test slump* dan kuat tekan beton, pengujian *test slump* untuk mengetahui nilai kelecakan suatu beton segar.
4. Masukkan beton segar kedalam *bucket* bekapasitas 0,9m^3

Gambar 10.5 Pemindahan beton segar dari truck ready mix ke bucket

5. Sambungkan *bucket* dengan *tremi*.
6. Tuangkan beton segar kedalam bekisting kolom dengan menggunakan *bucket* yang diangkat oleh *tower crane*



Gambar 10.6 Pengecoran kolom dengan bucket yang diangkat tower crane

7. Beton yang dituangkan tidak sepnuhnya, hanya ¾ dari tinggi kolom.

8. Beton yang telah dituang kemudian dipadatkan dengan mesin *vibrator*.
9. Setelah dipadatkan beton dituangkan kembali kedalam kolom dan dipadatkan lagi sampai muka kolom beksiting.

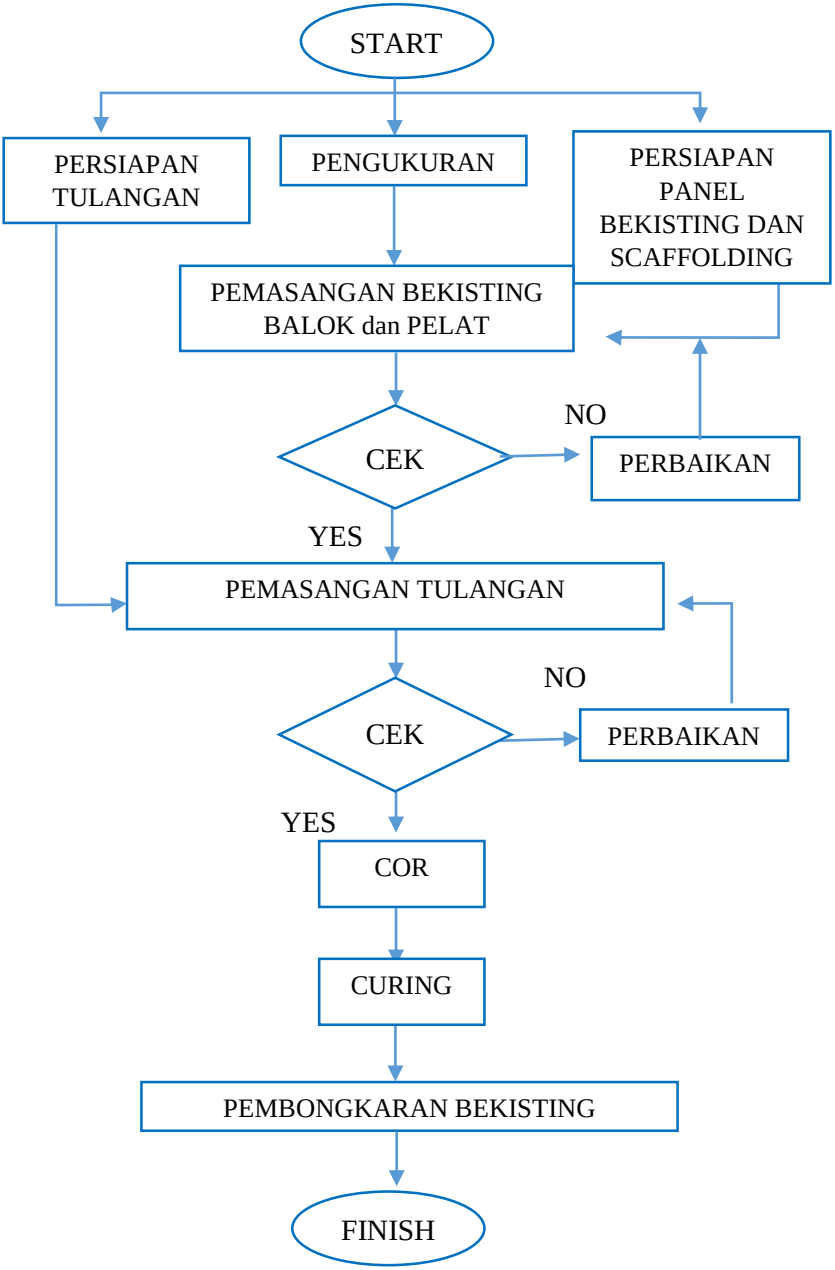
10.2.4 Pekerjaan Pembongkaran Bekisitng Kolom

Pekerjaan pembongkaran bekisting kolom dilakukan apabila beton telah cukur umur yakni selama 7-8 jam. Beton yang cukup umur adalah beton yang dapat menahan berat sendiri. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton yang melekat dan disimpan pada tempat yang terlindungi untuk menjaga bekisting untuk pekerjaan selanjutnya. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pembongkaran bekisting kolom adalah :

1. Bongkar *push pull props* dan *bracket* yang terpasang pada kolom.
2. Bongkar *clemp* dan *tie rod* yang terpasang sebagai sabuk pengikat.
3. Angkut bekisting kolom dengan *tower crane* ke tempat yang terlindungi.
4. Setelah bekisting kolom dilepas dilakukan *curing* dengan membasahi permukaan kolom dengan menggunakan roll secara merata.
5. Pengecekan hasil pengecoran.

10.3 Balok dan Pelat Lantai

Pekerjaan balok dan pelat lantai dilaksanakan setelah pekerjaan kolom selesai. Sistem yang digunkan untuk pekerjaan balok dan pelat menggunakan bekisting dan *scaffolding.* Pada pekerjaan balok dan pelat ada empat tahap yang dilakukan adalah pekerjaan bekisting, pekerjaan tulangan, pekerjaan pengecoran dan pekerjaan pembongkaran bekisting.

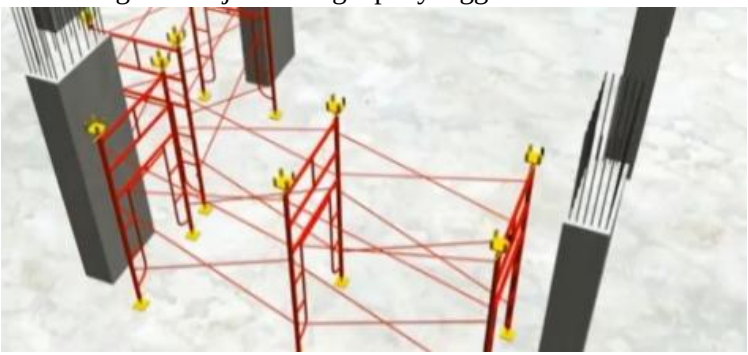


Gambar 10.7 Flowchart Pekerjaan Balok

10.3.1 Pekerjaan Bekisting Balok dan Pelat Lantai

Pekerjaan bekisting pada balok menggunakan sistem *knock down* dan sistem konvesional pada pelat lantai. Bekisting balok yang terbuat dari pelat baja dan bekisting untuk pelat lantai menggunakan *polywood 12 mm*. *Scaffolding* digunakan untuk menyangga bekisting balok dan pelat lantai. Tahapan pelaksanaan pekerjaan bekisting balok dan pelat lantai adalah

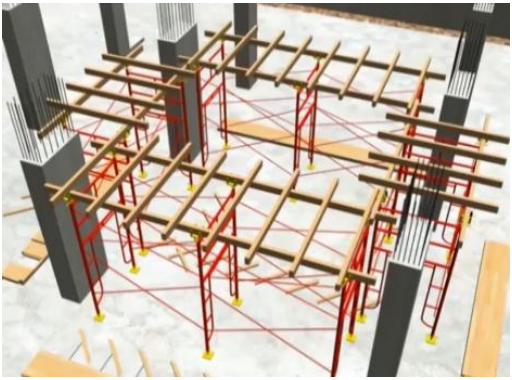
1. Memasang *jack base* yang berfungsi sebagai penyangga utama untuk tetap menjaga *mainframe* berdiri dengan kokoh menahan beban yang dipikul.
2. Memasang *mainframe* sebagai struktur utama dari *scaffolding*.
3. Memasang *cross brace* sebagai pengaku dan pengikat antar *mainframe.*
4. Memasang *u-head jack* sebagia penyangga balok suri-suri.



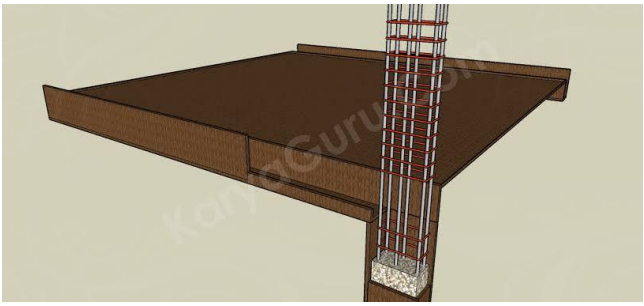
Gambar 10.8 Memasang scaffolding

5. Memasang balok suri-suri di atas *scaffolding*.
6. Memasang bekisting pelat lantai dari *polywood.*
7. Memasang bekisting balok yang diangkat menggunakan *tower crane*

8. Memasang beton decking sebagai selimut beton balok dan pelat lantai.



Gambar 10.9 Pemasangan balok suri-suri



Gambar 10.10 Pemasangan bekisting balok dan pelat lantai

9. Memasang tulangan yang sudah dirakit ke bekisting balok.
10. Memasang tulangan pelat lantai pada bekisting pelat

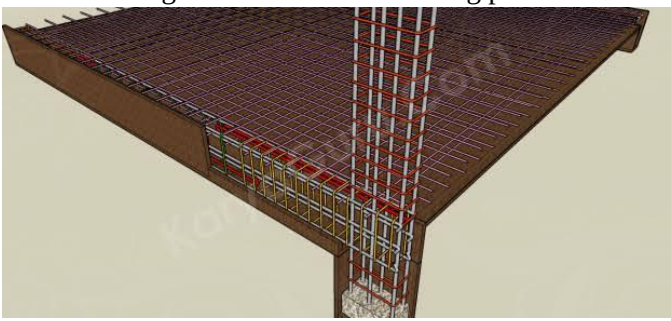
10.3.2 Pekerjaan Tulangan Balok dan Pelat Lantai

Pekerjaan tulangan menggunakan sistem perakitan di tempat untuk tulangan utama dan sengkang balok kemudian diangkat dengan tower crane ke bekisting balok. Pekerjaan tulangan pelat

dirakit langsung diatas bekisting pelat. Tahapan pelaksanaan pekerjaan penulangan balok dan pelat adalah :

a. Tulangan Balok
1. Pemotongan baja tulangan untuk tulangan utama dan tulangan sengkang berdasarkan dimensi yang telah direncanakan.
2. Merakit tulangan utama dan sengkang balok serta mengatur jarak antar sengkang balok di tumpuan dan dilapangan.
3. Tulangan balok yang telah dirakit diangkut menggunakan *tower crane* untuk dipasang di bekisting balok yang sudah disiapkan.

b. Tulangan pelat
1. Pemotongan baja tulangan untuk tulangan pelat lantai.
2. Baja tulangan diangkut menggunakan *tower crane* ke bekisting pelat.
3. Merakit tulangan utama di atas bekisting pelat lantai.



Gambar 10.11 Penulangan balok dan pelat lantai

10.3.3 Pekerjaan Pengecoran Balok dan Pelat Lantai

Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai dilakukan setelah pekerjaan tulangan dan bekisting telah selesai dikerjakan. Pengecoran balok dan pelat lantai menggunakan beton *ready mix*

dengan mutu 35 Mpa. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pengecoran kolom adalah :

1. Pengecekan tulangan dan kondisi bekisting yang sudah siap.
2. Pembersihan bekisiting balok dan pelat lantai dengan menggunakan *air compresor* agar tidak ada debu atau sisa kawat yang berada di bekisting kolom.
3. Pengujian *test slump* dan kuat tekan beton, pengujian *test slump* untuk mengetahui nilai kelecakan suatu beton segar.
4. Masukkan beton segar kedalam *bucket* bekapasitas 0,9m^3
5. Sambungkan *bucket* dengan *tremi*.
6. Tuangkan beton segar kedalam bekisting balok dan pelat dengan menggunakan *bucket* yang diangkat oleh *tower crane*
7. Pengecoran dilakukan secara bertahap dan merata
8. Saat pengecoran digunakan *vibrator* untuk meratakan beton.
9. Setelah pengecoran selesai dilakukan pengecekan kerataan permukaan pelat lantai dengan *waterpasss*.
10. Perawatan beton atau *curing* dilakukan dengan membasahi permukaan pelat lantai dan balok dengan air setiap 2 kali sehari dalam satu minggu.

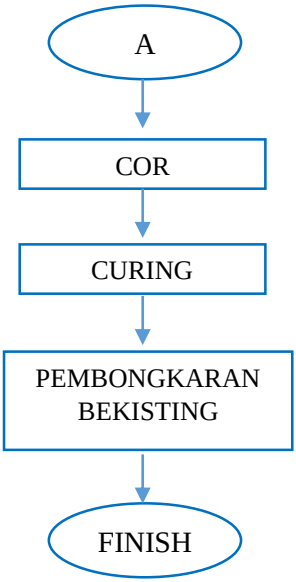
10.3.4 Pekerjaan Pembongkaran Bekisitng Balok dan Pelat Lantai

Pekerjaan pembongkaran bekisting balok dan pelat lantai dilakukan apabila beton telah cukur umur yakni selama 7 hari. Beton yang cukup umur adalah beton yang dapat menahan berat sendiri. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton yang melekat dan disimpan pada tempat yang terlindungi untuk menjaga bekisting untuk pekerjaan selanjutnya. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pembongkaran bekisting balok dan pelat lantai adalah :

1. Bongkar bekisiting secara hati-hati untuk bagian pinggir area beton yang telah cukup umur.
2. Longgarkan *u-head* dan bongkar bekisting bagian tengah.
3. Buka balok suri-suri dan bongkar *scaffolding*.
4. Pengecekan hasil pengecoran.

10.4 Tangga

Pekerjaan tangga merupakan pekerjaan beton bertulang struktur tangga yang berfungsi sebagai tempat lalu lintas antar lantai. Pada pekerjaan tangga ada empat tahap yang dilakukan adalah pekerjaan bekisting, pekerjaan tulangan, pekerjaan pengecoran dan pekerjaan pembongkaran bekisting.



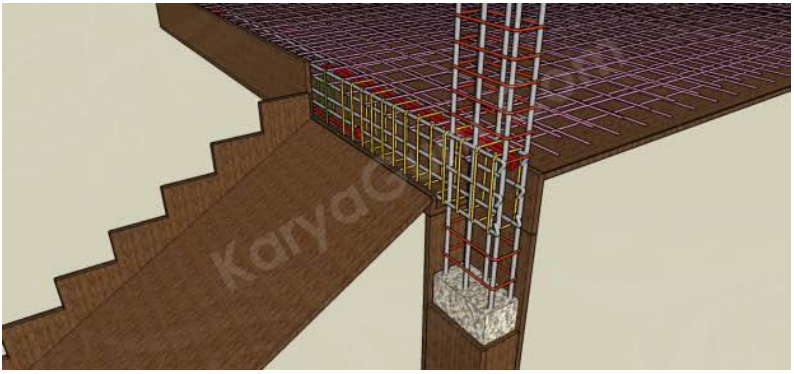
Gambar 10.12 Flowchart pekerjaan tangga

10.4.1 Pekerjaan Bekisting Tangga

Pekerjaan bekisting pada tangga menggunakan sistem konvesional dengan menggunakan *polywood 12 mm* dan *Scaffolding* untuk menyangga bekisting tangga. Tahapan pelaksanaan pekerjaan bekisting tangga adalah

1. Memasang *jack base* yang berfungsi sebagai penyangga utama untuk tetap menjaga *mainframe* berdiri dengan kokoh menahan beban yang dipikul.
2. Memasang *mainframe* sebagai struktur utama dari *scaffolding*.
3. Memasang *cross brace* sebagai pengaku dan pengikat antar *mainframe.*
4. Memasang *u-head jack* sebagia penyangga balok suri-suri.

5. Memasang balok suri-suri di atas *scaffolding*.
6. Memasang *plywood* dengan kemiringan yang telah direncanakan sebagai dasar pelat tangga dan memasang *plywood* pada bagian kanan dan kiri tangga untuk cetakan tanjakan.

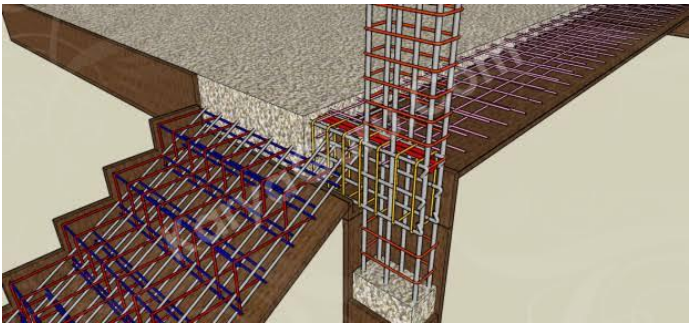


Gambar 10.13 Pemasangan bekisting pelat tangga

10.4.2 Pekerjaan Tulangan Tangga

Pekerjaan tulangan menggunakan sistem perakitan di tempat. Tahapan pelaksanaan pekerjaan penulangan pelat tangga adalah:

1. Pemotongan baja tulangan berdasarkan dimensi yang telah direncanakan.
2. Pengangkutan baja tulangan siap rakit ke area dekat tangga yang akan dipasang.
3. Merakit tulangan pelat tangga di bekisting pelat tangga
4. Pemasangan beton decking sebagai selimut beton pelat tangga.



Gambar 10.14 Penulangan pada pelat tangga

10.4.3 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pelat tangga dilakukan setelah pekerjaan tulangan dan bekisting telah selesai dikerjakan. Pengecoran pelat tangga menggunakan beton *ready mix* dengan mutu 35 Mpa. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pengecoran kolom adalah :

1. Pengecekan tulangan dan kondisi bekisting yang sudah siap.
2. Pembersihan bekisiting pelat tangga dengan menggunakan *air compresor* agar tidak ada debu atau sisa kawat yang berada di bekisting kolom.
3. Pengujian *test slump* dan kuat tekan beton, pengujian *test slump* untuk mengetahui nilai kelecakan suatu beton segar.
4. Masukkan beton segar kedalam *bucket* bekapasitas 0,9m^3
5. Sambungkan *bucket* dengan *tremi*.
6. Tuangkan beton segar kedalam bekisting pelat lantai dengan menggunakan *bucket* yang diangkat oleh *tower crane*
7. Pengecoran dilakukan secara bertahap dan merata
8. Saat pengecoran digunakan *vibrator* untuk meratakan beton.
9. Ratakan permukaan injakan dengan ruskam

10. Perawatan beton atau *curing* dilakukan dengan membasahi permukaan pelat lantai dan balok dengan air setiap 2 kali sehari dalam satu minggu.

10.4.4 Pekerjaan Pembongkaran Bekisitng Tangga

Pekerjaan pembongkaran bekisting pelat tangga dilakukan apabila beton telah cukur umur yakni selama 7 hari. Beton yang cukup umur adalah beton yang dapat menahan berat sendiri. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton yang melekat dan disimpan pada tempat yang terlindungi untuk menjaga bekisting untuk pekerjaan selanjutnya. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pembongkaran bekisting kolom adalah :

1. Bongkar bekisiting secara hati-hati untuk bagian pinggir area beton yang telah cukup umur.
2. Longgarkan *u-head* dan bongkar bekisting bagian tengah.
3. Buka balok suri-suri dan bongkar *scaffolding.*
4. Pengecekan hasil pengecoran.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB XI
PENUTUP

11.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur gedung hotel alimar didaerah kategori desain seismik (KDS) D dan kategori resiko II dapat dirancang dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan perhitungan gempa respon spektrum.
2. Dari keseluruhan pembahasan yang telah diuraikan merupakan hasil perhitungan Gedung Hotel Alimar Surabaya dengan menggunakan metode SRPMK. Dari perhitungan tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Pelat Lantai

Tipe	Tebal Pelat	Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
Pelat Lantai Basement – Lantai 8	120 mm	D10-150 mm	D10-150 mm
Pelat Lantai Atap	120 mm	D10-150 mm	D10-150 mm

b. Pelat Tangga

Tipe	Tebal Pelat	Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
Pelat Tangga	120 mm	D13-120 mm	D13-120 mm
Pelat Bordes	120 mm	D13-120 mm	D13-120 mm

c. Pelat Ramp Parkir

Tipe	Tebal Pelat	Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
Pelat Ramp parkir	200 mm	D13-200 mm	D13-200 mm

d. Dinding Basement

Tipe	Tebal Dinding	Tulangan Arah Vertikal	Tulangan Arah Horiontal
Dinding basement	200 mm	D13-150 mm	D13-150 mm

e. Balok

Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tulangan Lentur				Tulangan geser		Tulangan torsi
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)	
		Tul. Atas	Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah			
BA1	300/500	3D25	2D25	2D25	2D25	2Ø10-150	2Ø10-150	D13
BA2	200/400	4D19	2D19	2D19	2D19	2Ø10-150	2Ø10-150	D13
BT	200/350	2D19	2D19	2D19	2D19	2Ø10-150	2Ø10-150	D13
BALOK LIFT	200/400	2D29	2D19	2D19	2D19	2Ø10-150	2Ø10-150	D13

Tipe Balok	Dimensi (mm)	Tulangan Lentur				Tulangan geser		Tulangan torsi
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)	
		Tul. Atas	Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah			
B1A	500/750	6D25	4D25	3D25	3D25	2D13-100	2D13-150	2D13
B1AA	500/750	6D25	4D25	3D25	3D25	2D13-80	2D13-120	2D16
B1B	500/750	8D25	5D25	4D25	4D25	2D13-80	2D13-100	2D16
B1C	500/750	10D25	6D25	5D25	5D25	3D13-100	2D13-100	2D16
B2	600/800	9D29 3D25	6D29	4D29	4D29	3D16-100	2D16-150	2D16

f. Kolom

Tipe Kolom	Dimensi Kolom (mm)	Tulangan Utama	Tulangan Geser	
			Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)
K1	800/1725	34D25	4D16-100	4D16-200
K2	800/1500	34D25	4D16-100	4D16-200
K3	500/1200	30D25	3D13-100	3D13-200
K4	500/1000	26D25	3D13-100	3D13-200
K5	800/1200	32D25	4D16-100	4D16-200
K6	350/500	12D25	3D13-100	3D13-200
K7	200/400	8D19	2D13-150	2D13-150

g. Sloof

Tipe Sloof	Dimensi (mm)	Tulangan Lentur				Tulangan geser		Tulangan torsi
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)	
		Tul. Atas	Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah			
S1	300/500	3D22	2D22	2D22	2D22	2D13-150	2D13-150	D13
S2	200/400	2D19	2D19	2D19	2D19	2Ø10-150	2Ø10-150	D13

h. Pilecap dan Tiang Pancang

Tipe Pilecap	Dimensi (mm)	Kedalaman (mm)	Jumlah Tiang Pancang	Tulangan Arah X		Tulangan Arah Y	
				Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah	Tul. Atas
P1	4000/4000	1000	9	D19-200	D16-200	D19-200	D16-200
P2	2750/4000	1000	6	D19-200	D16-200	D19-200	D16-200
P3	1500/2750	500	2	D19-200	D16-200	D19-200	D16-200
P4	1000/1000	500	1	D19-200	D16-200	D19-200	D16-200

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 03-1727-2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Strukur lain*. Jakarta: BSN

Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 03-1726-2013 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non gedung*. Jakarta: BSN

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 03-2847-2013 Persyaratan Beton Struktual untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN

Imran, Iswandi dan Fajar Hendrik. 2014 *Perencanaan Lanjut Strukur Beton Bertulang. Bandung*: Penerbit ITB

Pamungkas, Anugrah dan Erny Harianti. 2012. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Jakarta: Penerbit Andi

LAMPIRAN

BROSUR PRODUK

1. Bata ringan

CITICON BATA RINGAN

Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Panjang, L (mm)	: 600
Tinggi, H (mm)	: 200 ; 400
Tebal, T (mm)	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200
Berat jenis kering, (ρ)	: 530 kg/m^3
Berat jenis normal, (ρ)	: 600 kg/m^3
Kuat tekan, (σ)	: ≥ 4,0 N/m^2
Konduktifitas termis, (λ)	: 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m^3	m^2	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m^3	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

2. Spesi keramik dan dinding

Perata Lantai MU-440

Semen instan untuk pekerjaan perata lantai, menambah ketinggian lantai atau sebagai lantai kerja sebelum pemasangan keramik lantai.

Keunggulan:
- Kuat menahan beban pada permukaan lantai.
- Sangat baik digunakan sebagai dasar lantai kerja pemasangan keramik lantai.
- Dapat diaplikasikan di atas permukaan lantai beton yang terlebih dahulu dilapisi MU-L500 (Perekat Mortar & Beton berbahan Akrilik) atau MU-L501 (Perekat Mortar & Beton berbahan PVAc).
- Dapat juga diaplikasikan di atas permukaan tanah yang cukup padat.
- Plastis saat diaplikasikan.
- Dapat menggunakan Silo System untuk kualitas yang lebih baik.

Isi Kemasan:
40 Kg dan 50 Kg

Kebutuhan Air:
6,5 - 7,0 liter / sak 50 Kg

Daya Sebar:
± 1,2 m^2 / sak 40 kg / tebal aplikasi 20 mm
± 1,5 m^2 / sak 50 kg / tebal aplikasi 20 mm

11

3. Keramik

The Beauty With Strength

As ancient as a man's desire to build and linked the creation of the use of STONE

VHS-307-DGN

VHS-307-DBK

PACKING LIST & TECHNICAL SPECIFICATION

Packing List

Size (mm)	Thickness (mm)	Per Piece		Per Carton			Per Pallet				Per Container			
		m²	kg	pieces	m²	kg	cartons	pieces	m²	kg	pallets	pieces	m²	kg
300 x 300	8.5 ± 0.2	0.0900	1.59	16	1.44	25.44	72	1152	103.68	1861.68	≤12	13824	1244.16	22340.16

4. *Floor Hardener*

MU-700 Floor Hardener

Semen instan sebagai bahan pelapis lantai beton yang tahan gores untuk gedung parkir, workshop dan lain-lain.

Spesifikasi Produk | Persiapan & Aplikasi | Kemasan & Penyimpanan | Data Teknis | Documentation

> Penggunaan

- MU-700 digunakan sebagai bahan pengeras permukaan lantai beton agar tahan terhadap goresan apabila dilewati beban kerja ringan hingga beban sedang.
- Lantai yang dapat diaplikasikan MU-700 adalah yang berkekuatan minimal K 300 (300 kg/m2)
- Aplikasi 3 kg/m2 untuk area supermarket koridor, pedestrian, car port dan lain-lain (light duty).
- Aplikasi 5kg/m2 untuk area parkir, showroom, bengkel (medium duty) dan untuk aplikasi MU-700 warna.
- Aplikasi 7 kg/m2 untuk area pabrik, area parkir, gudang dan lain-lain (heavy duty).

* Untuk dasar kekuatan menahan beban masih mempertimbangkan untuk beton yang digunakan.

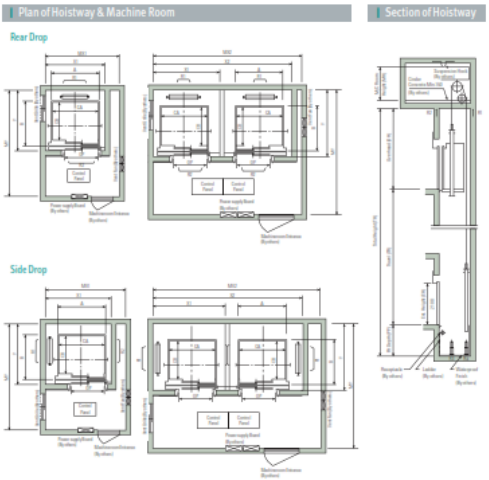
> Daya Sebar

± 8 m² / sak (3 kg / m²) untuk low traffic.

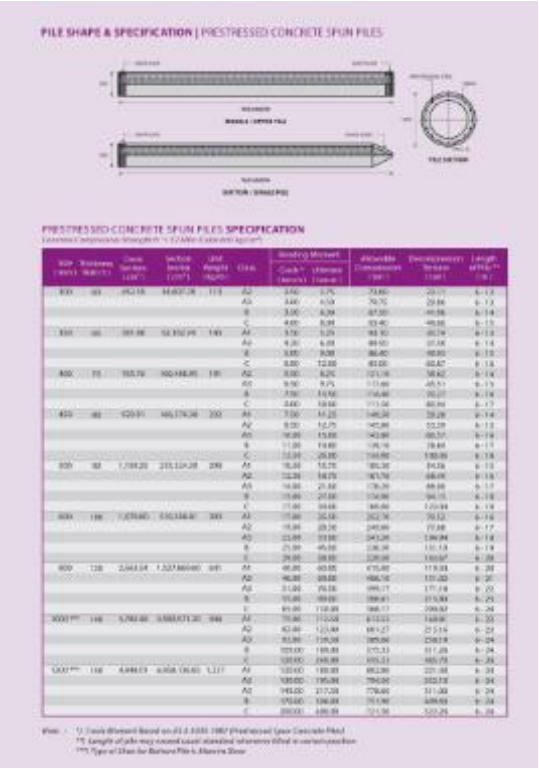
± 5 m² / sak (5 kg / m²) untuk middle traffic.

± 3,5 m² / sak (7 kg / m²) untuk high traffic.

5. Lift Hyundai



6. Tiang pancang WIKA *spun piles*



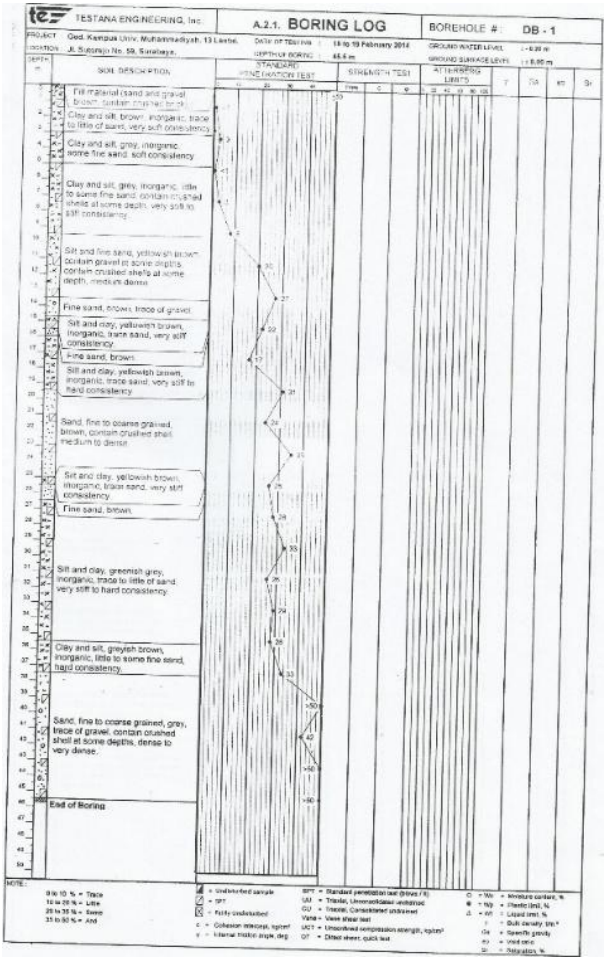
FILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

300	60	452.16	84,807.28	113	A2	3.50	3.75	73.60		20.11	6 - 13
					A3	3.80	4.50	79.72		23.84	6 - 13
					B	5.00	6.50	87.00		30.88	6 - 14
					C	6.00	8.00	93.40		40.88	6 - 15
350	60	591.88	52,552.99	148	A1	3.50	3.75	88.10		20.74	6 - 13
					A2	4.20	4.00	99.00		27.18	6 - 14
					B	5.00	5.50	86.40		30.80	6 - 15
					C	6.00	12.00	80.00		40.87	6 - 16
400	70	753.76	100,448.80	188	A2	3.00	6.25	121.16		38.62	6 - 14
					A3	3.50	9.75	113.60		48.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	146.60		70.27	6 - 16
					C	8.00	18.00	171.50		80.84	6 - 17
450	80	953.81	166,174.28	232	A1	7.00	11.25	145.20		59.28	6 - 14
					A2	8.00	12.75	145.80		53.59	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80		66.57	6 - 16
					B	11.00	19.00	176.10		78.84	6 - 17
					C	12.00	26.00	194.80		100.86	6 - 18
500	90	1,178.20	255,124.28	298	A1	10.00	15.75	180.30		84.06	6 - 15
					A2	12.00	18.75	187.70		88.08	6 - 16
					A3	14.00	21.00	176.30		88.88	6 - 17
					B	15.00	27.00	194.80		94.15	6 - 18
					C	17.00	34.00	189.80		120.84	6 - 19
600	100	1,570.80	510,166.80	393	A1	17.00	25.50	202.70		70.12	6 - 16
					A2	19.00	28.50	245.00		77.88	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20		136.84	6 - 18
					B	25.00	45.00	236.30		151.13	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.00		180.87	6 - 20
800	120	2,543.04	1,527,860.80	691	A1	40.00	60.00	475.00		119.88	6 - 20
					A2	46.00	69.00	486.10		135.80	6 - 21
					A3	51.00	76.50	496.17		177.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	488.61		215.88	6 - 23
					C	65.00	118.00	488.17		288.82	6 - 24
1000***	140	3,768.40	3,888,671.20	944	A1	70.00	110.00	613.53		168.80	6 - 22
					A2	82.00	123.00	681.27		213.14	6 - 23
					A3	93.00	139.50	685.06		258.18	6 - 24
					B	105.00	189.00	675.33		311.28	6 - 24
					C	120.00	240.00	655.23		480.73	6 - 24
1200***	150	4,646.63	6,958,136.80	1,117	A1	120.00	180.00	882.80		321.88	6 - 24
					A2	140.00	195.00	794.00		352.18	6 - 24
					A3	160.00	217.00	778.00		391.88	6 - 24
					B	175.00	336.00	751.00		489.60	6 - 24
					C	200.00	400.00	721.00		520.25	6 - 24

Note : 1) Crack Moment Based on JIS A 5335 1987 (Prestressed Spun Concrete Pile)
** Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position
*** Type of Lifer for Bottom Pile & Alternate Shoe

DATA TANAH


TESTANA ENGINEERING, Inc.

A.2.1. BORING LOG

BOREHOLE # : DB - 1

PROJECT : Ged. Kampus Univ. Muhammadiyah, 13 Lantai.
LOCATION : Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya.
DATE OF TESTING : 18 to 19 February 2014
DEPTH OF BORING : 45.6 m
GROUND WATER LEVEL : (-4.20 m)
GROUND SURFACE LEVEL : (± 0.00 m)

DEPTH | SOIL DESCRIPTION | STANDARD PENETRATION TEST | STRENGTH TEST | ATTERBERG LIMITS | γ | Gs | e | Sr

- Fill material (sand and gravel, brown, contain crushed brick)
- Clay and silt, brown, inorganic, trace to little of sand, very soft consistency
- Clay and silt, grey, inorganic, some fine sand, soft consistency
- Clay and silt, grey, inorganic, little to some fine sand, contain crushed shell at some depth, very soft to stiff consistency
- Silt and fine sand, yellowish brown, contain gravel in some depths, contain crushed shells at some depth, medium dense
- Fine sand, brown, trace of gravel
- Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff consistency
- Fine sand, brown
- Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff in hard consistency
- Sand, fine to coarse grained, brown, contain crushed shell, medium to dense
- Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff consistency
- Fine sand, brown
- Silt and clay, greenish grey, inorganic, trace to little of sand, very stiff to hard consistency
- Clay and silt, greyish brown, inorganic, little to some fine sand, hard consistency
- Sand, fine to coarse grained, grey, trace of gravel, contain crushed shell at some depths, dense to very dense
- End of Boring

NOTE:
0 to 10 % = Trace
10 to 20 % = Little
20 to 35 % = Some
35 to 50 % = And

= Undisturbed sample
= SPT
= Fully undisturbed
c = Cohesion intercept, kg/cm²
φ = Internal friction angle, deg
SPT = Standard penetration test (blows / ft)
UU = Triaxial, Unconsolidated undrained
CU = Triaxial, Consolidated undrained
Vane = Vane shear test
UCT = Unconfined compression strength, kg/cm²
QT = Direct shear, quick test
C = Nc = Moisture content, %
● = Np = Plastic limit, %
Δ = Nl = Liquid limit, %
γ = Bulk density, t/m³
Gs = Specific gravity
e = Void ratio
Sr = Saturation, %

TESTANA ENGINEERING, INC.
Soil Testings & Research Administration

A.5.1. BEARING CAPACITY OF BORED PILE FOUNDATION

Reese and Wright Formula (1977)

Project : Gedung Kampus Universitas Muhammadiyah, 13 Lantai.
Location : Jl. Sutorejo No.59, Surabaya.

Soil Type - DB-1

Depth(m)	Soil type
0.5	Sand
9.5	Clay (CH)
19.5	Silt
25.0	Sand
35.5	Silt
37.5	Clay (CH)
45.5	Sand

Qallowable FOR COMPRESSION
S.F tip = 3
S.F skin = 3
MAX. DEPTH BOREHOLE (m): 45.5
No. of SOIL TYPE = 7
No. of N_{spt} = 23

Value of N_{SPT}

Depth(m)	N_{SPT}	Depth(m)	N_{SPT}	Depth(m)	N_{SPT}	Depth(m)	N_{SPT}	Depth(m)	N_{SPT}
1.25	1	11.25	20	21.25	24	31.25	26	41.25	42
3.25	3	13.25	27	23.25	35	33.25	29	43.25	50
5.25	1	15.25	22	25.25	26	35.25	28	45.25	50
7.25	3	17.25	17	27.25	28	37.25	33		
9.25	8	19.25	31	29.25	33	39.25	50		

Result :

Dimension (cm)	Depth (m)	Qtip (tons)	Qskin (tons)	Qultimate (tons)	Qallowable tension (tons)	Qallowable Compression (tons)
Ø 80	22	98.9	370.6	469.5	86.5	156.5
Ø 80	30	131.2	632.1	763.3	147.5	254.4
Ø 80	42	158.7	1085.4	1244.1	253.3	414.7
Ø 100	22	157.1	463.2	620.4	108.1	206.8
Ø 100	30	205.1	790.1	995.1	184.4	331.7
Ø 100	42	247.9	1356.8	1604.7	316.6	534.9
Ø 120	22	226.3	555.9	782.2	129.7	260.7
Ø 120	30	295.3	948.1	1243.4	221.2	414.5
Ø 120	42	357.0	1628.2	1985.2	379.9	661.7

REKAPITULASI PERHITUNGAN PELAT

1. Pelat lantai basement

Jenis Pelat	Ukuran (mm)		y/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai				CEK
												D			mm2	
A1			1	DUA ARAH	Ix	295,53	3694125	0,40932	0,0010	0,0013	127,26	10	-	150	523,3	OK
	4000				Iy	259,40	3242500	0,44879	0,0011	0,0015	124,93	10	-	150	523,3	OK
	4000				tx	711,00	8887500	0,98476	0,0025	0,0025	237,89	10	-	150	523,3	OK
					ty	599,00	7487500	1,03633	0,0026	0,0026	224,2	10	-	150	523,3	OK
A2			2	SATU ARAH	Ix	244,17	3052125	0,33819	0,0009	0,0011	105,02	10	-	150	523,3	OK
	8000				Iy	490,69	6133625	0,84894	0,0022	0,0022	183,05	10	-	150	523,3	OK
	4000				tx	947,00	11837500	1,31163	0,0034	0,0034	318,7	10	-	150	523,3	OK
					ty	689,00	8612500	1,19204	0,0030	0,0030	258,6	10	-	150	523,3	OK
A3			1,43	DUA ARAH	Ix	639,00	7987500	0,88504	0,0022	0,0022	213,42	10	-	150	523,3	OK
	4000				Iy	415,00	5187500	0,71799	0,0018	0,0024	200,8	10	-	150	523,3	OK
	2800				tx	1329,00	16612500	1,84072	0,0048	0,0048	451,6	10	-	150	523,3	OK
					ty	1155,00	14437500	1,99827	0,0052	0,0052	439,94	10	-	150	523,3	OK
A4			1,49	DUA ARAH	Ix	400,00	5000000	0,55402	0,0014	0,0018	172,68	10	-	150	523,3	OK
	5950				Iy	233,00	2912500	0,40311	0,0010	0,0013	112,13	10	-	150	523,3	OK
	4000				tx	818,00	10225000	1,13296	0,0029	0,0029	274,41	10	-	150	523,3	OK
					ty	600,00	7500000	1,03806	0,0026	0,0026	224,58	10	-	150	523,3	OK
A5			1,32	DUA ARAH	Ix	91,18	1139750	0,12629	0,0003	0,0004	39,075	10	-	150	523,3	OK
	2700				Iy	130,72	1634000	0,22616	0,0006	0,0007	62,716	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	291,48	3643500	0,40371	0,0010	0,0013	125,5	10	-	150	523,3	OK
					ty	324,23	4052875	0,56095	0,0014	0,0018	156,45	10	-	150	523,3	OK
A6			1,58	DUA ARAH	Ix	82,76	1034500	0,11463	0,0003	0,0004	35,459	10	-	150	523,3	OK
	2050				Iy	127,25	1590625	0,22016	0,0006	0,0007	61,045	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	232,89	2911125	0,32256	0,0008	0,0011	100,14	10	-	150	523,3	OK
					ty	331,98	4149750	0,57436	0,0015	0,0019	160,23	10	-	150	523,3	OK
A7			2,15	SATU ARAH	Ix	537,65	6720625	0,74467	0,0019	0,0019	179,13	10	-	150	523,3	OK
	2800				Iy	1212,70	15158750	2,0981	0,0054	0,0054	462,78	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	604,60	7557500	0,8374	0,0021	0,0021	201,76	10	-	150	523,3	OK
					ty	1268,12	15851500	2,19398	0,0057	0,0057	484,81	10	-	150	523,3	OK
A8			1,04	DUA ARAH	Ix	433,63	5420375	0,6006	0,0015	0,0020	187,34	10	-	150	523,3	OK
	2800				Iy	1164,22	14552750	2,01422	0,0052	0,0052	443,58	10	-	150	523,3	OK
	2700				tx	649,64	8120500	0,89978	0,0023	0,0023	217,03	10	-	150	523,3	OK
					ty	1318,00	16475000	2,28028	0,0059	0,0059	504,71	10	-	150	523,3	OK
A9			1,25	DUA ARAH	Ix	412,08	5151000	0,57075	0,0014	0,0019	177,94	10	-	150	523,3	OK
	5000				Iy	259,10	3238750	0,44827	0,0011	0,0015	124,78	10	-	150	523,3	OK
	4000				tx	737,86	9223250	1,02197	0,0026	0,0026	247,04	10	-	150	523,3	OK
					ty	468,88	5861000	0,81121	0,0021	0,0021	174,8	10	-	150	523,3	OK
A10			1,6	DUA ARAH	Ix	1036,00	12950000	1,4349	0,0037	0,0037	349,43	10	-	150	523,3	OK
	8000				Iy	379,00	4737500	0,65571	0,0017	0,0022	183,18	10	-	150	523,3	OK
	5000				tx	1458,00	18225000	2,01939	0,0052	0,0052	497,09	10	-	150	523,3	OK
					ty	976,00	12200000	1,68858	0,0043	0,0043	369,63	10	-	150	523,3	OK
A11			1,79	DUA ARAH	Ix	409,35	5116875	0,56697	0,0014	0,0019	176,75	10	-	150	523,3	OK
	5000				Iy	894,15	11176875	1,54697	0,0040	0,0040	337,75	10	-	150	523,3	OK
	2800				tx	628,43	7855375	0,8704	0,0022	0,0022	209,84	10	-	150	523,3	OK
					ty	1160,53	14506625	2,00784	0,0052	0,0052	442,13	10	-	150	523,3	OK

2. Pelat lantai 1

Jenis Pelat	Ukuran (mm)			y/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai				CEK
													D			mm2	
B1				1	DUA ARAH	Ix	1325,00	16562500	1,83518	0,0047	0,0047	450,2	10	-	150	523,3	OK
	4000					Iy	527,00	6587500	0,91176	0,0023	0,0023	196,81	10	-	150	523,3	OK
	4000					tx	1267,24	15840500	1,75518	0,0045	0,0045	429,94	10	-	150	523,3	OK
						ty	1181,24	14765500	2,04367	0,0053	0,0053	450,32	10	-	150	523,3	OK
B2				2	SATU ARAH	Ix	1438,00	17975000	1,99169	0,0052	0,0052	490,02	10	-	150	523,3	OK
	8000					Iy	526,00	6575000	0,91003	0,0023	0,0023	196,43	10	-	150	523,3	OK
	4000					tx	1299,00	16237500	1,79917	0,0046	0,0046	441,07	10	-	150	523,3	OK
						ty	1337,00	16712500	2,31315	0,0060	0,0060	512,3	10	-	150	523,3	OK
B3				1,43	DUA ARAH	Ix	641,00	8012500	0,88781	0,0023	0,0023	214,1	10	-	150	523,3	OK
	4000					Iy	431,00	5387500	0,74567	0,0019	0,0019	160,49	10	-	150	523,3	OK
	2800					tx	1204,00	15050000	1,66759	0,0043	0,0043	407,82	10	-	150	523,3	OK
						ty	1018,54	12731750	1,76218	0,0045	0,0045	386,26	10	-	150	523,3	OK
B4				1,49	DUA ARAH	Ix	784,14	9801750	1,08607	0,0028	0,0028	262,83	10	-	150	523,3	OK
	5950					Iy	747,05	9338125	1,29247	0,0033	0,0033	280,89	10	-	150	523,3	OK
	4000					tx	1265,00	15812500	1,75208	0,0045	0,0045	429,15	10	-	150	523,3	OK
						ty	1165,00	14562500	2,01557	0,0052	0,0052	443,89	10	-	150	523,3	OK
B5				1,32	DUA ARAH	Ix	152,82	1910250	0,21166	0,0005	0,0007	65,585	10	-	150	523,3	OK
	2700					Iy	124,41	1555125	0,21524	0,0005	0,0007	59,677	10	-	150	523,3	OK
	2050					tx	508,78	6359750	0,70468	0,0018	0,0023	220,21	10	-	150	523,3	OK
						ty	478,07	5975875	0,82711	0,0021	0,0021	178,27	10	-	150	523,3	OK
B6				1,58	DUA ARAH	Ix	194,56	2432000	0,26947	0,0007	0,0009	83,58	10	-	150	523,3	OK
	2050					Iy	396,45	4955625	0,6859	0,0017	0,0023	191,72	10	-	150	523,3	OK
	1300					tx	487,25	6090625	0,67486	0,0017	0,0022	210,78	10	-	150	523,3	OK
						ty	694,93	8686625	1,2023	0,0031	0,0031	260,87	10	-	150	523,3	OK
B7				2,15	SATU ARAH	Ix	193,17	2414625	0,26755	0,0007	0,0009	82,98	10	-	150	523,3	OK
	2800					Iy	466,36	5829500	0,80685	0,0020	0,0020	173,85	10	-	150	523,3	OK
	1300					tx	334,37	4179625	0,46312	0,0012	0,0015	144,12	10	-	150	523,3	OK
						ty	463,33	5791625	0,80161	0,0020	0,0020	172,7	10	-	150	523,3	OK
B8				0,46	DUA ARAH	Ix	636,71	7958875	0,88187	0,0022	0,0022	212,64	10	-	150	523,3	OK
	1300					Iy	503,72	6296500	0,87149	0,0022	0,0022	187,99	10	-	150	523,3	OK
	2800					tx	1318,18	16477250	1,82573	0,0047	0,0047	447,8	10	-	150	523,3	OK
						ty	1263,70	15796250	2,18633	0,0057	0,0057	483,05	10	-	150	523,3	OK
B9				1,25	DUA ARAH	Ix	460,12	5751500	0,63729	0,0016	0,0021	198,92	10	-	150	523,3	OK
	5000					Iy	1067,52	13344000	1,84692	0,0048	0,0048	405,47	10	-	150	523,3	OK
	4000					tx	737,98	9224750	1,02213	0,0026	0,0026	247,08	10	-	150	523,3	OK
						ty	822,02	10275250	1,42218	0,0036	0,0036	309,8	10	-	150	523,3	OK
B10				1,07	DUA ARAH	Ix	236,45	2955625	0,32749	0,0008	0,0011	101,68	10	-	150	523,3	OK
	3000					Iy	274,43	3430375	0,47479	0,0012	0,0016	132,23	10	-	150	523,3	OK
	2800					tx	714,16	8927000	0,98914	0,0025	0,0025	238,96	10	-	150	523,3	OK
						ty	757,29	9466125	1,31019	0,0034	0,0034	284,83	10	-	150	523,3	OK
B11				1,33	DUA ARAH	Ix	256,12	3201500	0,35474	0,0009	0,0012	110,19	10	-	150	523,3	OK
	4000					Iy	368,56	4607000	0,63765	0,0016	0,0021	178,08	10	-	150	523,3	OK
	3000					tx	678,76	8484500	0,94011	0,0024	0,0024	226,92	10	-	150	523,3	OK
						ty	993,88	12423500	1,71952	0,0044	0,0044	376,62	10	-	150	523,3	OK
B12				2,55	DUA ARAH	Ix	460,12	5751500	0,63729	0,0016	0,0021	198,92	10	-	150	523,3	OK
	2800					Iy	1067,52	13344000	1,84692	0,0048	0,0048	405,47	10	-	150	523,3	OK
	1100					tx	737,98	9224750	1,02213	0,0026	0,0026	247,08	10	-	150	523,3	OK
						ty	822,02	10275250	1,42218	0,0036	0,0036	309,8	10	-	150	523,3	OK
B13				3,64	DUA ARAH	Ix	177,83	2222875	0,2463	0,0006	0,0008	76,363	10	-	150	523,3	OK
	4000					Iy	358,23	4477875	0,61978	0,0016	0,0020	173,03	10	-	150	523,3	OK
	1100					tx	816,91	10211375	1,13145	0,0029	0,0029	274,03	10	-	150	523,3	OK
						ty	1194,69	14933625	2,06694	0,0054	0,0054	455,64	10	-	150	523,3	OK

3. Pelat lantai 2

Jenis Pelat	Ukuran (mm)	y/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai				CEK
											D			mm2	
C1		1,43	DUA ARAH	Ix	940,30	11753750	1,30235	0,0033	0,0033	316,39	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	894,15	11176875	1,54697	0,0040	0,0040	337,75	10	-	150	523,3	OK
	2800			tx	1464,00	18300000	2,0277	0,0053	0,0053	499,21	10	-	150	523,3	OK
				ty	1160,53	14506625	2,00784	0,0052	0,0052	442,13	10	-	150	523,3	OK
C2		1	DUA ARAH	Ix	642,00	8025000	0,8892	0,0023	0,0023	214,44	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	623,00	7787500	1,07785	0,0027	0,0027	233,35	10	-	150	523,3	OK
	4000			tx	1494,00	18675000	2,06925	0,0054	0,0054	509,84	10	-	150	523,3	OK
				ty	1360,00	17000000	2,35294	0,0061	0,0061	521,51	10	-	150	523,3	OK
C3		1,4	DUA ARAH	Ix	349,00	4362500	0,48338	0,0012	0,0016	150,48	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	176,00	2200000	0,3045	0,0008	0,0010	84,553	10	-	150	523,3	OK
	2000			tx	907,43	11342875	1,25683	0,0032	0,0032	305,08	10	-	150	523,3	OK
				ty	786,02	9825250	1,3599	0,0035	0,0035	295,9	10	-	150	523,3	OK
C4		2	SATU ARAH	Ix	215,25	2690625	0,29813	0,0007	0,0010	92,514	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	344,71	4308875	0,59638	0,0015	0,0020	166,44	10	-	150	523,3	OK
	2000			tx	724,17	9052125	1,00301	0,0026	0,0026	242,37	10	-	150	523,3	OK
				ty	731,04	9138000	1,26478	0,0032	0,0032	274,73	10	-	150	523,3	OK
C5		1,32	DUA ARAH	Ix	204,36	2554500	0,28305	0,0007	0,0009	87,811	10	-	150	523,3	OK
	2700			Iy	253,42	3167750	0,43844	0,0011	0,0014	122,03	10	-	150	523,3	OK
	2050			tx	506,47	6330875	0,70148	0,0018	0,0023	219,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	575,44	7193000	0,99557	0,0025	0,0025	215,22	10	-	150	523,3	OK
C6		1,58	DUA ARAH	Ix	204,36	2554500	0,28305	0,0007	0,0009	87,811	10	-	150	523,3	OK
	2050			Iy	253,42	3167750	0,43844	0,0011	0,0014	122,03	10	-	150	523,3	OK
	1300			tx	506,47	6330875	0,70148	0,0018	0,0023	219,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	575,44	7193000	0,99557	0,0025	0,0025	215,22	10	-	150	523,3	OK
C7		2,15	SATU ARAH	Ix	204,36	2554500	0,28305	0,0007	0,0009	87,811	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	253,42	3167750	0,43844	0,0011	0,0014	122,03	10	-	150	523,3	OK
	1300			tx	506,47	6330875	0,70148	0,0018	0,0023	219,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	575,44	7193000	0,99557	0,0025	0,0025	215,22	10	-	150	523,3	OK
C8		2,05	SATU ARAH	Ix	475,18	5939750	0,65814	0,0017	0,0022	205,5	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	277,31	3466375	0,47978	0,0012	0,0016	133,62	10	-	150	523,3	OK
	1950			tx	767,59	9594875	1,06314	0,0027	0,0027	257,18	10	-	150	523,3	OK
				ty	450,80	5635000	0,77993	0,0020	0,0020	167,97	10	-	150	523,3	OK
C9		2,56	SATU ARAH	Ix	475,18	5939750	0,65814	0,0017	0,0022	205,5	10	-	150	523,3	OK
	5000			Iy	277,31	3466375	0,47978	0,0012	0,0016	133,62	10	-	150	523,3	OK
	1950			tx	767,59	9594875	1,06314	0,0027	0,0027	257,18	10	-	150	523,3	OK
				ty	450,80	5635000	0,77993	0,0020	0,0020	167,97	10	-	150	523,3	OK
C10		1,07	DUA ARAH	Ix	264,65	3308125	0,36655	0,0009	0,0012	113,88	10	-	150	523,3	OK
	3000			Iy	283,21	3540125	0,48998	0,0012	0,0016	136,49	10	-	150	523,3	OK
	2800			tx	961,97	12024625	1,33237	0,0034	0,0034	323,86	10	-	150	523,3	OK
				ty	930,69	11633625	1,61019	0,0041	0,0041	351,96	10	-	150	523,3	OK
C11		1,33	DUA ARAH	Ix	264,65	3308125	0,36655	0,0009	0,0012	113,88	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	283,21	3540125	0,48998	0,0012	0,0016	136,49	10	-	150	523,3	OK
	3000			tx	961,97	12024625	1,33237	0,0034	0,0034	323,86	10	-	150	523,3	OK
				ty	930,69	11633625	1,61019	0,0041	0,0041	351,96	10	-	150	523,3	OK
C12		2,55	SATU ARAH	Ix	158,61	1982625	0,21968	0,0006	0,0007	68,079	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	271,93	3399125	0,47047	0,0012	0,0015	131,01	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1015,36	12692000	1,40632	0,0036	0,0036	342,29	10	-	150	523,3	OK
				ty	1155,67	14445875	1,99943	0,0052	0,0052	440,2	10	-	150	523,3	OK
C13		3,64	SATU ARAH	Ix	158,61	1982625	0,21968	0,0006	0,0007	68,079	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	271,93	3399125	0,47047	0,0012	0,0015	131,01	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1015,36	12692000	1,40632	0,0036	0,0036	342,29	10	-	150	523,3	OK
				ty	1155,67	14445875	1,99943	0,0052	0,0052	440,2	10	-	150	523,3	OK
C14		1,79	DUA ARAH	Ix	456,04	5700500	0,63163	0,0016	0,0021	197,13	10	-	150	523,3	OK
	5000			Iy	362,95	4536875	0,62794	0,0016	0,0021	175,34	10	-	150	523,3	OK
	2800			tx	1271,93	15899125	1,76168	0,0045	0,0045	431,58	10	-	150	523,3	OK
				ty	929,10	11613750	1,60744	0,0041	0,0041	351,34	10	-	150	523,3	OK

C15		1,25	DUA ARAH	Ix	456,04	5700500	0,63163	0,0016	0,0021	197,13	10	-	150	523,3	OK
	5000			Iy	362,95	4536875	0,62794	0,0016	0,0021	175,34	10	-	150	523,3	OK
	4000			tx	1271,93	15899125	1,76168	0,0045	0,0045	431,58	10	-	150	523,3	OK
				ty	929,10	11613750	1,60744	0,0041	0,0041	351,34	10	-	150	523,3	OK
C16		1,34	DUA ARAH	Ix	456,04	5700500	0,63163	0,0016	0,0021	197,13	10	-	150	523,3	OK
	2750			Iy	362,95	4536875	0,62794	0,0016	0,0021	175,34	10	-	150	523,3	OK
	2050			tx	1271,93	15899125	1,76168	0,0045	0,0045	431,58	10	-	150	523,3	OK
				ty	929,10	11613750	1,60744	0,0041	0,0041	351,34	10	-	150	523,3	OK
C17		1,1	DUA ARAH	Ix	456,04	5700500	0,63163	0,0016	0,0021	197,13	10	-	150	523,3	OK
	2250			Iy	362,95	4536875	0,62794	0,0016	0,0021	175,34	10	-	150	523,3	OK
	2050			tx	1271,93	15899125	1,76168	0,0045	0,0045	431,58	10	-	150	523,3	OK
				ty	929,10	11613750	1,60744	0,0041	0,0041	351,34	10	-	150	523,3	OK
C18		1,02	DUA ARAH	Ix	456,04	5700500	0,63163	0,0016	0,0021	197,13	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	362,95	4536875	0,62794	0,0016	0,0021	175,34	10	-	150	523,3	OK
	2750			tx	1271,93	15899125	1,76168	0,0045	0,0045	431,58	10	-	150	523,3	OK
				ty	929,10	11613750	1,60744	0,0041	0,0041	351,34	10	-	150	523,3	OK
C19		1,24	DUA ARAH	Ix	456,04	5700500	0,63163	0,0016	0,0021	197,13	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	362,95	4536875	0,62794	0,0016	0,0021	175,34	10	-	150	523,3	OK
	2250			tx	1271,93	15899125	1,76168	0,0045	0,0045	431,58	10	-	150	523,3	OK
				ty	929,10	11613750	1,60744	0,0041	0,0041	351,34	10	-	150	523,3	OK
C20		1,74	DUA ARAH	Ix	474,05	5925625	0,65658	0,0017	0,0022	205,01	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	293,80	3672500	0,5083	0,0013	0,0017	141,64	10	-	150	523,3	OK
	2300			tx	1241,00	15512500	1,71884	0,0044	0,0044	420,75	10	-	150	523,3	OK
				ty	1008,63	12607875	1,74503	0,0045	0,0045	382,38	10	-	150	523,3	OK
C21		2,05	SATU ARAH	Ix	474,05	5925625	0,65658	0,0017	0,0022	205,01	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	293,80	3672500	0,5083	0,0013	0,0017	141,64	10	-	150	523,3	OK
	1950			tx	1241,00	15512500	1,71884	0,0044	0,0044	420,75	10	-	150	523,3	OK
				ty	1008,63	12607875	1,74503	0,0045	0,0045	382,38	10	-	150	523,3	OK
C22		1,95	DUA ARAH	Ix	474,05	5925625	0,65658	0,0017	0,0022	205,01	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	293,80	3672500	0,5083	0,0013	0,0017	141,64	10	-	150	523,3	OK
	2050			tx	1241,00	15512500	1,71884	0,0044	0,0044	420,75	10	-	150	523,3	OK
				ty	1008,63	12607875	1,74503	0,0045	0,0045	382,38	10	-	150	523,3	OK
C23		3,56	SATU ARAH	Ix	336,96	4212000	0,4667	0,0012	0,0015	145,24	10	-	150	523,3	OK
	5700			Iy	359,54	4494250	0,62204	0,0016	0,0020	173,67	10	-	150	523,3	OK
	1600			tx	1145,00	14312500	1,58587	0,0041	0,0041	387,26	10	-	150	523,3	OK
				ty	1037,00	12962500	1,79412	0,0046	0,0046	393,5	10	-	150	523,3	OK
C24		1,9	DUA ARAH	Ix	336,96	4212000	0,4667	0,0012	0,0015	145,24	10	-	150	523,3	OK
	4560			Iy	359,54	4494250	0,62204	0,0016	0,0020	173,67	10	-	150	523,3	OK
	2400			tx	1210,00	15125000	1,6759	0,0043	0,0043	409,92	10	-	150	523,3	OK
				ty	1137,00	14212500	1,96713	0,0051	0,0051	432,83	10	-	150	523,3	OK
C25		1,87	DUA ARAH	Ix	803,60	10045000	1,11302	0,0028	0,0028	269,48	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	642,56	8032000	1,1117	0,0028	0,0028	240,82	10	-	150	523,3	OK
	1500			tx	1265,00	15812500	1,75208	0,0045	0,0045	429,15	10	-	150	523,3	OK
				ty	1130,00	14125000	1,95502	0,0051	0,0051	430,07	10	-	150	523,3	OK
C26		1,34	DUA ARAH	Ix	803,60	10045000	1,11302	0,0028	0,0028	269,48	10	-	150	523,3	OK
	3940			Iy	621,28	7766000	1,07488	0,0027	0,0027	232,69	10	-	150	523,3	OK
	2950			tx	1259,00	15737500	1,74377	0,0045	0,0045	427,05	10	-	150	523,3	OK
				ty	1189,00	14862500	2,05709	0,0053	0,0053	453,39	10	-	150	523,3	OK
C27		1,4	DUA ARAH	Ix	613,96	7674500	0,85036	0,0022	0,0022	204,93	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	380,16	4752000	0,65772	0,0017	0,0022	183,75	10	-	150	523,3	OK
	2850			tx	1480,87	18510875	2,05107	0,0053	0,0053	505,19	10	-	150	523,3	OK
				ty	1297,20	16215000	2,24429	0,0058	0,0058	496,4	10	-	150	523,3	OK
C28		1,51	DUA ARAH	Ix	493,91	6173875	0,68409	0,0017	0,0022	213,7	10	-	150	523,3	OK
	4911			Iy	442,20	5527500	0,76505	0,0019	0,0019	164,72	10	-	150	523,3	OK
	3250			tx	743,55	9294375	1,02985	0,0026	0,0026	248,98	10	-	150	523,3	OK
				ty	821,17	10264625	1,42071	0,0036	0,0036	309,48	10	-	150	523,3	OK
C29		4	SATU ARAH	Ix	422,01	5275125	0,5845	0,0015	0,0019	182,27	10	-	150	523,3	OK
	4400			Iy	495,96	6199500	0,85806	0,0022	0,0022	185,05	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1038,73	12984125	1,43868	0,0037	0,0037	350,37	10	-	150	523,3	OK
				ty	968,00	12100000	1,67474	0,0043	0,0043	366,51	10	-	150	523,3	OK

4. Pelat lantai 3

Jenis Pelat	Ukuran (mm)		y/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai D			mm2	CEK
D1			1,43	DUA ARAH	lx	784,46	9805750	1,08651	0,0028	0,0028	262,94	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	286,28	3578500	0,49529	0,0012	0,0016	137,98	10	-	150	523,3	OK
	2800				tx	200,96	2512000	0,27834	0,0007	0,0009	86,343	10	-	150	523,3	OK
					ty	1120,73	14009125	1,93898	0,0050	0,0050	426,41	10	-	150	523,3	OK
D2			2,4	SATU ARAH	lx	663,79	8297375	0,91938	0,0023	0,0023	221,83	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	336,82	4210250	0,58273	0,0015	0,0019	162,59	10	-	150	523,3	OK
	1670				tx	1180,86	14760750	1,63554	0,0042	0,0042	399,75	10	-	150	523,3	OK
					ty	955,63	11945375	1,65334	0,0043	0,0043	361,68	10	-	150	523,3	OK
D3			2,06	SATU ARAH	lx	323,54	4044250	0,44812	0,0011	0,0015	139,41	10	-	150	523,3	OK
	2580				ly	309,75	3871875	0,5359	0,0014	0,0018	149,4	10	-	150	523,3	OK
	1250				tx	585,74	7321750	0,81127	0,0021	0,0021	195,38	10	-	150	523,3	OK
					ty	609,78	7622250	1,05498	0,0027	0,0027	228,31	10	-	150	523,3	OK
D4			1,07	DUA ARAH	lx	237,83	2972875	0,3294	0,0008	0,0011	102,27	10	-	150	523,3	OK
	2750				ly	197,35	2466875	0,34144	0,0009	0,0011	94,869	10	-	150	523,3	OK
	2580				tx	239,48	2993500	0,33169	0,0008	0,0011	102,99	10	-	150	523,3	OK
					ty	280,67	3508375	0,48559	0,0012	0,0016	135,26	10	-	150	523,3	OK
D5			2,35	SATU ARAH	lx	533,49	6668625	0,73891	0,0019	0,0019	177,73	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	335,13	4189125	0,57981	0,0015	0,0019	161,76	10	-	150	523,3	OK
	1700				tx	825,36	10317000	1,14316	0,0029	0,0029	276,93	10	-	150	523,3	OK
					ty	864,43	10805375	1,49555	0,0038	0,0038	326,22	10	-	150	523,3	OK
D6			1,64	DUA ARAH	lx	411,20	5140000	0,56953	0,0014	0,0019	177,56	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	393,56	4919500	0,6809	0,0017	0,0022	190,3	10	-	150	523,3	OK
	1250				tx	1138,57	14232125	1,57697	0,0041	0,0041	385,02	10	-	150	523,3	OK
					ty	907,42	11342750	1,56993	0,0040	0,0040	342,91	10	-	150	523,3	OK
D7			1,08	DUA ARAH	lx	264,42	3305250	0,36623	0,0009	0,0012	113,78	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	320,65	4008125	0,55476	0,0014	0,0018	154,71	10	-	150	523,3	OK
	1900				tx	623,96	7799500	0,86421	0,0022	0,0022	208,32	10	-	150	523,3	OK
					ty	598,65	7483125	1,03573	0,0026	0,0026	224,06	10	-	150	523,3	OK
D8			2,41	SATU ARAH	lx	264,42	3305250	0,36623	0,0009	0,0012	113,78	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	320,65	4008125	0,55476	0,0014	0,0018	154,71	10	-	150	523,3	OK
	850				tx	623,96	7799500	0,86421	0,0022	0,0022	208,32	10	-	150	523,3	OK
					ty	598,65	7483125	1,03573	0,0026	0,0026	224,06	10	-	150	523,3	OK
D9			1,54	DUA ARAH	lx	264,42	3305250	0,36623	0,0009	0,0012	113,78	10	-	150	523,3	OK
	3150				ly	320,65	4008125	0,55476	0,0014	0,0018	154,71	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	623,96	7799500	0,86421	0,0022	0,0022	208,32	10	-	150	523,3	OK
					ty	598,65	7483125	1,03573	0,0026	0,0026	224,06	10	-	150	523,3	OK
D10			1,34	DUA ARAH	lx	264,42	3305250	0,36623	0,0009	0,0012	113,78	10	-	150	523,3	OK
	2750				ly	320,65	4008125	0,55476	0,0014	0,0018	154,71	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	623,96	7799500	0,86421	0,0022	0,0022	208,32	10	-	150	523,3	OK
					ty	598,65	7483125	1,03573	0,0026	0,0026	224,06	10	-	150	523,3	OK
D11			1,95	DUA ARAH	lx	780,70	9758750	1,0813	0,0028	0,0028	261,65	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	277,49	3468625	0,48009	0,0012	0,0016	133,71	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	1264,00	15800000	1,75069	0,0045	0,0045	428,8	10	-	150	523,3	OK
					ty	1167,98	14599750	2,02073	0,0052	0,0052	445,07	10	-	150	523,3	OK
D12			1,32	DUA ARAH	lx	246,66	3083250	0,34163	0,0009	0,0011	106,09	10	-	150	523,3	OK
	2700				ly	220,72	2759000	0,38187	0,0010	0,0012	106,18	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	621,83	7772875	0,86126	0,0022	0,0022	207,6	10	-	150	523,3	OK
					ty	591,57	7394625	1,02348	0,0026	0,0026	221,36	10	-	150	523,3	OK
D13			1,58	DUA ARAH	lx	246,66	3083250	0,34163	0,0009	0,0011	106,09	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	220,72	2759000	0,38187	0,0010	0,0012	106,18	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	621,83	7772875	0,86126	0,0022	0,0022	207,6	10	-	150	523,3	OK
					ty	591,57	7394625	1,02348	0,0026	0,0026	221,36	10	-	150	523,3	OK
D14			2,15	SATU ARAH	lx	246,66	3083250	0,34163	0,0009	0,0011	106,09	10	-	150	523,3	OK
	2800				ly	220,72	2759000	0,38187	0,0010	0,0012	106,18	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	621,83	7772875	0,86126	0,0022	0,0022	207,6	10	-	150	523,3	OK
					ty	591,57	7394625	1,02348	0,0026	0,0026	221,36	10	-	150	523,3	OK

D15		1,06	DUA ARAH	Ix	368,05	4600625	0,50976	0,0013	0,0017	158,76	10	-	150	523,3	OK
	4250			Iy	318,56	3982000	0,55114	0,0014	0,0018	153,69	10	-	150	523,3	OK
	4000			tx	1136,22	14202750	1,57371	0,0040	0,0040	384,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	921,39	11517375	1,5941	0,0041	0,0041	348,34	10	-	150	523,3	OK
D16		1,07	DUA ARAH	Ix	368,05	4600625	0,50976	0,0013	0,0017	158,76	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	318,56	3982000	0,55114	0,0014	0,0018	153,69	10	-	150	523,3	OK
	3750			tx	1136,22	14202750	1,57371	0,0040	0,0040	384,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	921,39	11517375	1,5941	0,0041	0,0041	348,34	10	-	150	523,3	OK
D17		1,44	DUA ARAH	Ix	160,24	2003000	0,22194	0,0006	0,0007	68,781	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	351,30	4391250	0,60779	0,0015	0,0020	169,65	10	-	150	523,3	OK
	1950			tx	1087,28	13591000	1,50593	0,0039	0,0039	367,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	1065,24	13315500	1,84298	0,0048	0,0048	404,58	10	-	150	523,3	OK
D18		1,37	DUA ARAH	Ix	160,24	2003000	0,22194	0,0006	0,0007	68,781	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	351,30	4391250	0,60779	0,0015	0,0020	169,65	10	-	150	523,3	OK
	2050			tx	1087,28	13591000	1,50593	0,0039	0,0039	367,2	10	-	150	523,3	OK
				ty	1065,24	13315500	1,84298	0,0048	0,0048	404,58	10	-	150	523,3	OK
D19		2,55	SATU ARAH	Ix	213,22	2665250	0,29532	0,0007	0,0010	91,637	10	-	150	523,3	OK
	2800			Iy	282,82	3535250	0,48931	0,0012	0,0016	136,3	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1296,87	16210875	1,79622	0,0046	0,0046	440,32	10	-	150	523,3	OK
				ty	1288,68	16108500	2,22955	0,0058	0,0058	493	10	-	150	523,3	OK
D20		3,86	SATU ARAH	Ix	213,22	2665250	0,29532	0,0007	0,0010	91,637	10	-	150	523,3	OK
	4250			Iy	282,82	3535250	0,48931	0,0012	0,0016	136,3	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1296,87	16210875	1,79622	0,0046	0,0046	440,32	10	-	150	523,3	OK
				ty	1288,68	16108500	2,22955	0,0058	0,0058	493	10	-	150	523,3	OK
D21		1,55	DUA ARAH	Ix	213,22	2665250	0,29532	0,0007	0,0010	91,637	10	-	150	523,3	OK
	1700			Iy	282,82	3535250	0,48931	0,0012	0,0016	136,3	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1296,87	16210875	1,79622	0,0046	0,0046	440,32	10	-	150	523,3	OK
				ty	1288,68	16108500	2,22955	0,0058	0,0058	493	10	-	150	523,3	OK
D22		1,86	DUA ARAH	Ix	213,22	2665250	0,29532	0,0007	0,0010	91,637	10	-	150	523,3	OK
	2050			Iy	282,82	3535250	0,48931	0,0012	0,0016	136,3	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	1296,87	16210875	1,79622	0,0046	0,0046	440,32	10	-	150	523,3	OK
				ty	1288,68	16108500	2,22955	0,0058	0,0058	493	10	-	150	523,3	OK
D23		1,43	DUA ARAH	Ix	710,59	8882375	0,9842	0,0025	0,0025	237,75	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	552,62	6907750	0,95609	0,0024	0,0024	206,54	10	-	150	523,3	OK
	2800			tx	1439,00	17987500	1,99307	0,0052	0,0052	490,37	10	-	150	523,3	OK
				ty	1299,00	16237500	2,2474	0,0058	0,0058	497,12	10	-	150	523,3	OK
D24		1,69	DUA ARAH	Ix	791,91	9898875	1,09683	0,0028	0,0028	265,48	10	-	150	523,3	OK
	2750			Iy	652,02	8150250	1,12806	0,0029	0,0029	244,44	10	-	150	523,3	OK
	1630			tx	1431,00	17887500	1,98199	0,0051	0,0051	487,54	10	-	150	523,3	OK
				ty	1221,00	15262500	2,11246	0,0055	0,0055	466,08	10	-	150	523,3	OK
D25		1,53	DUA ARAH	Ix	517,97	6474625	0,71741	0,0018	0,0024	224,24	10	-	150	523,3	OK
	4000			Iy	205,39	2567375	0,35535	0,0009	0,0012	98,758	10	-	150	523,3	OK
	2610			tx	881,81	11022625	1,22134	0,0031	0,0031	296,28	10	-	150	523,3	OK
				ty	367,52	4594000	0,63585	0,0016	0,0021	177,57	10	-	150	523,3	OK
D26		1,02	DUA ARAH	Ix	552,76	6909500	0,7656	0,0019	0,0019	184,23	10	-	150	523,3	OK
	4218			Iy	421,87	5273375	0,72988	0,0018	0,0024	204,17	10	-	150	523,3	OK
	4140			tx	728,49	9106125	1,00899	0,0026	0,0026	243,84	10	-	150	523,3	OK
				ty	595,24	7440500	1,02983	0,0026	0,0026	222,76	10	-	150	523,3	OK
D27		6,25	DUA ARAH	Ix	334,97	4187125	0,46395	0,0012	0,0015	144,38	10	-	150	523,3	OK
	6880			Iy	494,59	6182375	0,85569	0,0022	0,0022	184,53	10	-	150	523,3	OK
	1100			tx	829,13	10364125	1,14838	0,0029	0,0029	278,22	10	-	150	523,3	OK
				ty	852,00	10650000	1,47405	0,0038	0,0038	321,41	10	-	150	523,3	OK
D28		1,64	DUA ARAH	Ix	791,91	9898875	1,09683	0,0028	0,0028	265,48	10	-	150	523,3	OK
	2050			Iy	459,06	5738250	0,79422	0,0020	0,0020	171,09	10	-	150	523,3	OK
	1250			tx	1431,00	17887500	1,98199	0,0051	0,0051	487,54	10	-	150	523,3	OK
				ty	1320,00	16500000	2,28374	0,0059	0,0059	505,5	10	-	150	523,3	OK

5. Pelat lantai 4

Jenis Pelat	Ukuran (mm)		y/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai				CEK
												D			mm2	
E1			1,43	DUA ARAH	lx	335,16	4189500	0,46421	0,0012	0,0015	144,46	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	418,29	5228625	0,72369	0,0018	0,0024	202,41	10	-	150	523,3	OK
	2800				tx	1120,08	14001000	1,55136	0,0040	0,0040	378,59	10	-	150	523,3	OK
					ty	1005,00	12562500	1,73875	0,0045	0,0045	380,96	10	-	150	523,3	OK
E2			2,4	SATU ARAH	lx	563,86	7048250	0,78097	0,0020	0,0020	187,98	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	360,22	4502750	0,62322	0,0016	0,0020	174,01	10	-	150	523,3	OK
	1670				tx	1025,67	12820875	1,4206	0,0036	0,0036	345,86	10	-	150	523,3	OK
					ty	917,21	11465125	1,58687	0,0041	0,0041	346,72	10	-	150	523,3	OK
E3			2,06	SATU ARAH	lx	269,62	3370250	0,37343	0,0009	0,0012	116,03	10	-	150	523,3	OK
	2580				ly	295,10	3688750	0,51055	0,0013	0,0017	142,27	10	-	150	523,3	OK
	1250				tx	492,76	6159500	0,68249	0,0017	0,0022	213,19	10	-	150	523,3	OK
					ty	647,24	8090500	1,11979	0,0029	0,0029	242,61	10	-	150	523,3	OK
E4			1,07	DUA ARAH	lx	249,55	3119375	0,34564	0,0009	0,0011	107,34	10	-	150	523,3	OK
	2750				ly	233,87	2923375	0,40462	0,0010	0,0013	112,55	10	-	150	523,3	OK
	2580				tx	281,11	3513875	0,38935	0,0010	0,0013	121,01	10	-	150	523,3	OK
					ty	341,93	4274125	0,59157	0,0015	0,0019	165,08	10	-	150	523,3	OK
E5			2,35	SATU ARAH	lx	560,04	7000500	0,77568	0,0020	0,0020	186,69	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	336,01	4200125	0,58133	0,0015	0,0019	162,19	10	-	150	523,3	OK
	1700				tx	989,07	12363375	1,3699	0,0035	0,0035	333,21	10	-	150	523,3	OK
					ty	851,50	10643750	1,47318	0,0038	0,0038	321,21	10	-	150	523,3	OK
E6			1,64	DUA ARAH	lx	678,92	8486500	0,94033	0,0024	0,0024	226,97	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	299,98	3749750	0,519	0,0013	0,0017	144,65	10	-	150	523,3	OK
	1250				tx	1184,00	14800000	1,63989	0,0042	0,0042	400,84	10	-	150	523,3	OK
					ty	878,00	10975000	1,51903	0,0039	0,0039	331,48	10	-	150	523,3	OK
E7			1,08	DUA ARAH	lx	731,38	9142250	1,01299	0,0026	0,0026	244,83	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	546,26	6828250	0,94509	0,0024	0,0024	204,13	10	-	150	523,3	OK
	1900				tx	1460,00	18250000	2,02216	0,0052	0,0052	497,8	10	-	150	523,3	OK
					ty	1291,00	16137500	2,23356	0,0058	0,0058	493,93	10	-	150	523,3	OK
E8			2,41	SATU ARAH	lx	731,38	9142250	1,01299	0,0026	0,0026	244,83	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	546,26	6828250	0,94509	0,0024	0,0024	204,13	10	-	150	523,3	OK
	850				tx	1460,00	18250000	2,02216	0,0052	0,0052	497,8	10	-	150	523,3	OK
					ty	1231,00	15387500	2,12976	0,0055	0,0055	470,05	10	-	150	523,3	OK
E9			1,54	DUA ARAH	lx	731,38	9142250	1,01299	0,0026	0,0026	244,83	10	-	150	523,3	OK
	3150				ly	546,26	6828250	0,94509	0,0024	0,0024	204,13	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	1460,00	18250000	2,02216	0,0052	0,0052	497,8	10	-	150	523,3	OK
					ty	1291,00	16137500	2,23356	0,0058	0,0058	493,93	10	-	150	523,3	OK
E10			1,32	DUA ARAH	lx	731,38	9142250	1,01299	0,0026	0,0026	244,83	10	-	150	523,3	OK
	2700				ly	546,26	6828250	0,94509	0,0024	0,0024	204,13	10	-	150	523,3	OK
	2050				tx	1460,00	18250000	2,02216	0,0052	0,0052	497,8	10	-	150	523,3	OK
					ty	1291,00	16137500	2,23356	0,0058	0,0058	493,93	10	-	150	523,3	OK
E11			1,58	DUA ARAH	lx	731,38	9142250	1,01299	0,0026	0,0026	244,83	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	546,26	6828250	0,94509	0,0024	0,0024	204,13	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	1460,00	18250000	2,02216	0,0052	0,0052	497,8	10	-	150	523,3	OK
					ty	1291,00	16137500	2,23356	0,0058	0,0058	493,93	10	-	150	523,3	OK
E12			2,15	DUA ARAH	lx	731,38	9142250	1,01299	0,0026	0,0026	244,83	10	-	150	523,3	OK
	2800				ly	546,26	6828250	0,94509	0,0024	0,0024	204,13	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	1461,00	18262500	2,02355	0,0052	0,0052	498,15	10	-	150	523,3	OK
					ty	1131,00	14137500	1,95675	0,0051	0,0051	430,46	10	-	150	523,3	OK
E13			1,07	DUA ARAH	lx	297,27	3715875	0,41173	0,0010	0,0013	128,01	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	285,74	3571750	0,49436	0,0012	0,0016	137,72	10	-	150	523,3	OK
	3750				tx	907,13	11339125	1,25641	0,0032	0,0032	304,98	10	-	150	523,3	OK
					ty	866,49	10831125	1,49912	0,0038	0,0038	327,02	10	-	150	523,3	OK
E14			2,55	SATU ARAH	lx	269,62	3370250	0,37343	0,0009	0,0012	116,03	10	-	150	523,3	OK
	2800				ly	360,92	4511500	0,62443	0,0016	0,0021	174,35	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	1128,88	14111000	1,56355	0,0040	0,0040	381,65	10	-	150	523,3	OK
					ty	1162,00	14525000	2,01038	0,0052	0,0052	442,71	10	-	150	523,3	OK
E15			3,86	SATU ARAH	lx	269,62	3370250	0,37343	0,0009	0,0012	116,03	10	-	150	523,3	OK
	4250				ly	360,92	4511500	0,62443	0,0016	0,0021	174,35	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	1128,88	14111000	1,56355	0,0040	0,0040	381,65	10	-	150	523,3	OK
					ty	1162,00	14525000	2,01038	0,0052	0,0052	442,71	10	-	150	523,3	OK
E16			1,55	DUA ARAH	lx	269,62	3370250	0,37343	0,0009	0,0012	116,03	10	-	150	523,3	OK
	1700				ly	360,92	4511500	0,62443	0,0016	0,0021	174,35	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	1128,88	14111000	1,56355	0,0040	0,0040	381,65	10	-	150	523,3	OK
					ty	1162,00	14525000	2,01038	0,0052	0,0052	442,71	10	-	150	523,3	OK
E17			1,86	DUA ARAH	lx	269,62	3370250	0,37343	0,0009	0,0012	116,03	10	-	150	523,3	OK
	2050				ly	360,92	4511500	0,62443	0,0016	0,0021	174,35	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	1128,88	14111000	1,56355	0,0040	0,0040	381,65	10	-	150	523,3	OK
					ty	1162,00	14525000	2,01038	0,0052	0,0052	442,71	10	-	150	523,3	OK
E18			1,36	DUA ARAH	lx	170,96	2137000	0,23679	0,0006	0,0008	73,401	10	-	150	523,3	OK
	1500				ly	214,74	2684250	0,37152	0,0009	0,0012	103,28	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	431,82	5397750	0,59809	0,0015	0,0020	186,55	10	-	150	523,3	OK
					ty	872,05	10900625	1,50874	0,0039	0,0039	329,18	10	-	150	523,3	OK
E19			1,43	DUA ARAH	lx	241,60	3020000	0,33463	0,0008	0,0011	103,9	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	356,17	4452125	0,61621	0,0016	0,0020	172,03	10	-	150	523,3	OK
	2800				tx	335,85	4198125	0,46517	0,0012	0,0015	144,76	10	-	150	523,3	OK
					ty	190,69	2383625	0,32991	0,0008	0,0011	91,65	10	-	150	523,3	OK

6. Pelat lantai 5 – 8

Jenis Pelat	Ukuran (mm)			γ/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai				CEK
													D			mm2	
F1				1,43	DUA ARAH	lx	670,74	8384250	0,929	0,0024	0,0024	224,2	10	-	150	523,3	OK
	4000					ly	348,44	4355500	0,60284	0,0015	0,0020	168,26	10	-	150	523,3	OK
	2800					tx	1448,00	18100000	2,00554	0,0052	0,0052	493,55	10	-	150	523,3	OK
						ty	1273,04	15913000	2,20249	0,0057	0,0057	486,77	10	-	150	523,3	OK
F2				2,4	SATU ARAH	lx	521,24	6515500	0,72194	0,0018	0,0024	225,67	10	-	150	523,3	OK
	4000					ly	323,49	4043625	0,55967	0,0014	0,0018	156,09	10	-	150	523,3	OK
	1670					tx	1181,74	14771750	1,63676	0,0042	0,0042	400,06	10	-	150	523,3	OK
						ty	855,48	10693500	1,48007	0,0038	0,0038	322,75	10	-	150	523,3	OK
F3				2,06	SATU ARAH	lx	312,02	3900250	0,43216	0,0011	0,0014	134,41	10	-	150	523,3	OK
	2580					ly	290,75	3634375	0,50303	0,0013	0,0016	140,16	10	-	150	523,3	OK
	1250					tx	574,57	7182125	0,7958	0,0020	0,0020	191,6	10	-	150	523,3	OK
						ty	566,23	7077875	0,97964	0,0025	0,0025	211,72	10	-	150	523,3	OK
F4				1,07	DUA ARAH	lx	312,02	3900250	0,43216	0,0011	0,0014	134,41	10	-	150	523,3	OK
	2750					ly	290,75	3634375	0,50303	0,0013	0,0016	140,16	10	-	150	523,3	OK
	2580					tx	574,57	7182125	0,7958	0,0020	0,0020	191,6	10	-	150	523,3	OK
						ty	566,23	7077875	0,97964	0,0025	0,0025	211,72	10	-	150	523,3	OK
F5				2,35	SATU ARAH	lx	466,55	5831875	0,64619	0,0016	0,0021	201,73	10	-	150	523,3	OK
	4000					ly	313,74	3921750	0,5428	0,0014	0,0018	151,34	10	-	150	523,3	OK
	1700					tx	528,62	6607750	0,73216	0,0019	0,0024	228,91	10	-	150	523,3	OK
						ty	633,53	7919125	1,09607	0,0028	0,0028	237,37	10	-	150	523,3	OK
F6				1,64	DUA ARAH	lx	563,59	7044875	0,7806	0,0020	0,0020	187,89	10	-	150	523,3	OK
	2050					ly	469,33	5866625	0,81199	0,0021	0,0021	174,97	10	-	150	523,3	OK
	1250					tx	1478,00	18475000	2,04709	0,0053	0,0053	504,17	10	-	150	523,3	OK
						ty	1335,00	16687500	2,30969	0,0060	0,0060	511,5	10	-	150	523,3	OK
F7				1,08	DUA ARAH	lx	563,59	7044875	0,7806	0,0020	0,0020	187,89	10	-	150	523,3	OK
	2050					ly	457,25	5715625	0,79109	0,0020	0,0020	170,4	10	-	150	523,3	OK
	1900					tx	1478,00	18475000	2,04709	0,0053	0,0053	504,17	10	-	150	523,3	OK
						ty	1260,00	15750000	2,17993	0,0057	0,0057	481,58	10	-	150	523,3	OK
F8				2,41	DUA ARAH	lx	563,59	7044875	0,7806	0,0020	0,0020	187,89	10	-	150	523,3	OK
	2050					ly	457,25	5715625	0,79109	0,0020	0,0020	170,4	10	-	150	523,3	OK
	850					tx	1378,00	17225000	1,90859	0,0049	0,0049	468,84	10	-	150	523,3	OK
						ty	1260,00	15750000	2,17993	0,0057	0,0057	481,58	10	-	150	523,3	OK
F9				1,54	DUA ARAH	lx	464,98	5812250	0,64402	0,0016	0,0021	201,04	10	-	150	523,3	OK
	3150					ly	279,06	3488250	0,4828	0,0012	0,0016	134,47	10	-	150	523,3	OK
	2050					tx	962,95	12036875	1,33373	0,0034	0,0034	324,2	10	-	150	523,3	OK
						ty	917,73	11471625	1,58777	0,0041	0,0041	346,92	10	-	150	523,3	OK
F10				1,95	DUA ARAH	lx	464,98	5812250	0,64402	0,0016	0,0021	201,04	10	-	150	523,3	OK
	4000					ly	279,06	3488250	0,4828	0,0012	0,0016	134,47	10	-	150	523,3	OK
	2050					tx	962,95	12036875	1,33373	0,0034	0,0034	324,2	10	-	150	523,3	OK
						ty	917,73	11471625	1,58777	0,0041	0,0041	346,92	10	-	150	523,3	OK
F11				2,15	DUA ARAH	lx	464,98	5812250	0,64402	0,0016	0,0021	201,04	10	-	150	523,3	OK
	2800					ly	279,06	3488250	0,4828	0,0012	0,0016	134,47	10	-	150	523,3	OK
	1300					tx	962,95	12036875	1,33373	0,0034	0,0034	324,2	10	-	150	523,3	OK
						ty	917,73	11471625	1,58777	0,0041	0,0041	346,92	10	-	150	523,3	OK
F12				1,07	DUA ARAH	lx	464,98	5812250	0,64402	0,0016	0,0021	201,04	10	-	150	523,3	OK
	4000					ly	279,06	3488250	0,4828	0,0012	0,0016	134,47	10	-	150	523,3	OK
	3750					tx	962,95	12036875	1,33373	0,0034	0,0034	324,2	10	-	150	523,3	OK
						ty	917,73	11471625	1,58777	0,0041	0,0041	346,92	10	-	150	523,3	OK
F13				2,55	SATU ARAH	lx	312,02	3900250	0,43216	0,0011	0,0014	134,41	10	-	150	523,3	OK
	2800					ly	358,25	4478125	0,61981	0,0016	0,0020	173,04	10	-	150	523,3	OK
	1100					tx	1152,27	14403375	1,59594	0,0041	0,0041	389,79	10	-	150	523,3	OK
						ty	1140,21	14252625	1,97268	0,0051	0,0051	434,1	10	-	150	523,3	OK
F14				3,86	SATU ARAH	lx	312,02	3900250	0,43216	0,0011	0,0014	134,41	10	-	150	523,3	OK
	4250					ly	358,25	4478125	0,61981	0,0016	0,0020	173,04	10	-	150	523,3	OK
	1100					tx	1152,27	14403375	1,59594	0,0041	0,0041	389,79	10	-	150	523,3	OK
						ty	1140,21	14252625	1,97268	0,0051	0,0051	434,1	10	-	150	523,3	OK
F15				1,55	DUA ARAH	lx	312,02	3900250	0,43216	0,0011	0,0014	134,41	10	-	150	523,3	OK
	1700					ly	358,25	4478125	0,61981	0,0016	0,0020	173,04	10	-	150	523,3	OK
	1100					tx	1152,27	14403375	1,59594	0,0041	0,0041	389,79	10	-	150	523,3	OK
						ty	1140,21	14252625	1,97268	0,0051	0,0051	434,1	10	-	150	523,3	OK
F16				1,86	DUA ARAH	lx	312,02	3900250	0,43216	0,0011	0,0014	134,41	10	-	150	523,3	OK
	2050					ly	358,25	4478125	0,61981	0,0016	0,0020	173,04	10	-	150	523,3	OK
	1100					tx	1152,27	14403375	1,59594	0,0041	0,0041	389,79	10	-	150	523,3	OK
						ty	1140,21	14252625	1,97268	0,0051	0,0051	434,1	10	-	150	523,3	OK

7. Pelat lantai atap

Jenis Pelat	Ukuran (mm)		y/x	Tipe Pelat	Bagian	Momen (kg.m)	Mn (Nmm)	Rn	ρ perlu (mm2)	ρ pakai	As (mm2)	As Pakai				CEK
												D			mm2	
T1			1,43	DUA ARAH	lx	343,00	4287500	0,47507	0,0012	0,0016	147,87	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	330,00	4125000	0,57093	0,0014	0,0019	159,26	10	-	150	523,3	OK
	2800				tx	1165,00	14562500	1,61357	0,0041	0,0041	394,22	10	-	150	523,3	OK
					ty	880,00	11000000	1,52249	0,0039	0,0039	332,26	10	-	150	523,3	OK
T2			1	DUA ARAH	lx	237,82	2972750	0,32939	0,0008	0,0011	102,27	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	238,75	2984375	0,41306	0,0010	0,0014	114,91	10	-	150	523,3	OK
	4000				tx	663,17	8289625	0,91852	0,0023	0,0023	221,62	10	-	150	523,3	OK
					ty	733,42	9167750	1,26889	0,0032	0,0032	275,65	10	-	150	523,3	OK
T3			2,55	SATU ARAH	lx	71,38	892250	0,09886	0,0002	0,0003	30,575	10	-	150	523,3	OK
	2800				ly	107,62	1345250	0,18619	0,0005	0,0006	51,598	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	468,64	5858000	0,64909	0,0016	0,0021	202,64	10	-	150	523,3	OK
					ty	516,30	6453750	0,89325	0,0023	0,0023	192,75	10	-	150	523,3	OK
T4			3,64	SATU ARAH	lx	186,64	2333000	0,2585	0,0006	0,0008	80,163	10	-	150	523,3	OK
	4000				ly	103,06	1288250	0,1783	0,0004	0,0006	49,405	10	-	150	523,3	OK
	1100				tx	677,72	8471500	0,93867	0,0024	0,0024	226,57	10	-	150	523,3	OK
					ty	569,17	7114625	0,98472	0,0025	0,0025	212,84	10	-	150	523,3	OK
T5			2,15	SATU ARAH	lx	101,60	1270000	0,14072	0,0004	0,0005	43,551	10	-	150	523,3	OK
	2800				ly	92,31	1153875	0,15971	0,0004	0,0005	44,238	10	-	150	523,3	OK
	1300				tx	307,58	3844750	0,42601	0,0011	0,0014	132,49	10	-	150	523,3	OK
					ty	213,79	2672375	0,36988	0,0009	0,0012	102,82	10	-	150	523,3	OK

REKAPITULASI PERHITUNGAN BALOK

1. BALOK AS 1

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT			Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag/fc)			Cek Bentang Bersih (Ln)			As	Mn	Tulangan Pakai							α	ϕ Mn	CEK	AS min			Rasio tulangan			Tension control			Jarak Bersih	
				Mu	Pu	Tu			Pu	0,1Ag/fc	Cek	L	Ln	4d	Perlu		Lapis 1		Lapis 2		As				ϕ Mn		1	2	Cek	ρ	ρ-max	Cek	a/dt	εt/dt	Cek	s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2		n	D	n	D	mm2	mm	kNm		kNm	mm2	mm2									mm	
			1 (kiri)	213			213	672							1015,8	236,666667	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	75			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
1	275	B1A	3 (kanan)	191	273	21	213	672	273	1312,5	OK	8000	6800	2688	1015,8	236,666667	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	31			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	139			367,5518182	672							834,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	521			521	672							2531,7	578,888889	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	442			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
2	263	B1AA	3 (kanan)	442	89	55	521	672	89	1312,5	OK	2790	2790	2688	2531,7	578,888889	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	51			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	10			367,5518182	672							834,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	404			404	672							1964,7	448,888889	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	69			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
3	261	B1AA	3 (kanan)	157	201	90	404	672	201	1312,5	OK	5320	3970	2688	1964,7	448,888889	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	92			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	69			367,5518182	672							834,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	400			400	672							1945,2	444,444444	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	94			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
4	21	B1AA	3 (kanan)	322	259	86	400	672	259	1312,5	OK	8000	6650	2688	1945,2	444,444444	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	49			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	169			367,5518182	672							834,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	745			745	659,5							169,6	82,7777778	6	D	25	2	D	25	3925	105,3	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	234			428,652555	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
5	1550	B1B	3 (kanan)	192	21	65	745	659,5	21	1312,5	OK	8000	7000	2688	169,6	82,7777778	6	D	25	2	D	25	3925	105,3	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	113			428,652555	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	170			214,3262727	672							1042,3	238,1403046	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			1 (kiri)	806			806	659,5							3993,9	895,555556	6	D	25	4	D	25	4906,1	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	297			524,1614417	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
6	1369	B1C	3 (kanan)	247	10	63	806	659,5	10	1312,5	OK	8000	7000	2688	3993,9	895,555556	6	D	25	4	D	25	4906,1	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	54			524,1614417	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	170			262,08219	672							1274,5	291,202429	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			1 (kiri)	792			792	659,5							3924,5	831,684215	6	D	25	2	D	25	3925	105,3	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	344			428,652555	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
7	1786	B1B	3 (kanan)	233	10	59	792	659,5	10	1312,5	OK	8000	7000	2688	3924,5	831,684215	6	D	25	2	D	25	3925	105,3	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	10			428,652555	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	170			214,3262727	672							1042,3	238,1403046	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			1 (kiri)	755			755	659,5							3741,2	833,888889	6	D	25	2	D	25	3925	105,3	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	374			428,652555	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
8	1903	B1B	3 (kanan)	199	24	55	755	659,5	24	1312,5	OK	8000	7000	2688	3741,2	833,888889	6	D	25	2	D	25	3925	105,3	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	15			428,652555	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	171			214,3262727	672							1042,3	238,1403046	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			1 (kiri)	512			512	672							2489,9	568,888889	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	238			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
atap	2020	B1A	3 (kanan)	247	89	34	512	672	89	1312,5	OK	8000	7000	2688	2489,9	568,888889	6	D	25	0	D	0	2941,8	79,16	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	57			335,1016364	672							1629,6	372,137739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	109			367,5518182	672							834,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							CEK	Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai		Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	275	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	226,96	348	106	348	173,98	VC=0	Vc=0	463,9	168	150	150		2	D	13	265,3	153,727	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			2 (kiri)	121	66	627																							
			3 (kanan)		98,9	916,3	226,96	329	125	329	164,48	VC=0	Vc=0	438,6	168	150	150		2	D	13	265,3	162,606	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)	102	66	627																							
			5(tengah)	4	49,5	476,3	140,1	144,1	136	144,1	72,051	VC=0	Vc=0	192,1				336	2	D	13	265,3	371,201	300	300	237,7357	1331,83	OK
2	263	B1AA	1 (kiri)		98,9	916,3	553,16	776,2	330	776,2	388,08	VC=0	Vc=0	1035	168	150	150		2	D	13	265,3	68,9169	60	OK	1188,678	1331,83	OK
			2 (kiri)	223	66	627																							
			3 (kanan)		98,9	916,3	553,16	750,2	356	750,2	375,08	VC=0	Vc=0	1000	168	150	150		2	D	13	265,3	71,3056	70	OK	1018,867	1331,83	OK
			4(kanan)	197	66	627																							
			5(tengah)	215	49,5	476,3	341,47	556,5	126	556,5	278,23	VC=0	Vc=0	742				336	2	D	13	265,3	96,1255	90	OK	792,4523	1331,83	OK
3	261	B1AA	1 (kiri)		98,9	916,3	388,74	566,7	211	566,7	283,37	VC=0	Vc=0	755,7	168	150	150		2	D	13	265,3	94,3821	90	OK	792,4523	1331,83	OK
			2 (kiri)	178	66	627																							
			3 (kanan)		98,9	916,3	388,74	433,7	344	433,7	216,87	VC=0	Vc=0	578,3	168	150	150		2	D	13	265,3	123,323	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)	45	66	627																							
			5(tengah)	72	49,5	476,3	239,97	312	168	312	155,99	VC=0	Vc=0	416				336	2	D	13	265,3	171,459	150	OK	475,4714	1331,83	OK
4	21	B1AA	1 (kiri)		98,9	916,3	232,08	417,1	47,1	417,1	208,54	VC=0	Vc=0	556,1	168	150	150		2	D	13	265,3	128,251	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)	185	66	627																							
			3 (kanan)		98,9	916,3	232,08	396,1	68,1	396,1	198,04	VC=0	Vc=0	528,1	168	150	150		2	D	13	265,3	135,051	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)	164	66	627																							
			5(tengah)	41	49,5	476,3	143,26	184,3	102	184,3	92,131	VC=0	Vc=0	245,7				336	2	D	13	265,3	290,297	250	OK	285,2828	1331,83	OK
5	1550	B1B	1 (kiri)		132	1165	276,93	539,9	13,9	539,9	269,96	VC=0	Vc=0	719,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	97,2271	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)	263	82,5	773,7																							
			3 (kanan)		132	1165	276,93	361,9	192	361,9	180,96	VC=0	Vc=0	482,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	150	150	OK	466,627	1307,05	FALSE
			4(kanan)	85	82,5	773,7																							
			5(tengah)	105	66	627	179,15	284,2	74,2	284,2	142,08	VC=0	Vc=0	378,9				329,8	2	D	13	265,3	188,246	180	OK	396,2261	1331,83	OK
6	1169	B1C	1 (kiri)		165	1416	333,12	616,1	50,1	616,1	308,06	VC=0	Vc=0	821,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	85,2035	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)	283	98,9	916,3																							
			3 (kanan)		165	1416	333,12	400,1	266	400,1	200,06	VC=0	Vc=0	533,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	131,2	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)	67	98,9	916,3																							
			5(tengah)	121	82,5	773,7	221,05	342,1	100	342,1	171,03	VC=0	Vc=0	456,1				329,8	2	D	13	265,3	156,382	150	OK	475,4714	1331,83	OK
7	1786	B1B	1 (kiri)		132	1165	276,93	564,9	11,1	564,9	282,46	"NOT	Vc=0	753,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	92,9244	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)	288	82,5	773,7																							
			3 (kanan)		132	1165	276,93	338,9	215	338,9	169,46	VC=0	Vc=0	451,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	154,887	150	OK	466,627	1307,05	OK
			4(kanan)	62	82,5	773,7																							
			5(tengah)	126	66	627	179,15	305,2	53,2	305,2	152,58	VC=0	Vc=0	406,9				329,8	2	D	13	265,3	175,291	170	OK	419,5336	1331,83	OK
8	1903	B1B	1 (kiri)		132	1165	276,93	563,9	10,1	563,9	281,96	"NOT	Vc=0	751,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	93,0892	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)	287	82,5	773,7																							
			3 (kanan)		132	1165	276,93	339,9	214	339,9	169,96	VC=0	Vc=0	453,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	154,432	150	OK	466,627	1307,05	OK
			4(kanan)	63	82,5	773,7																							
			5(tengah)	125	66	627	179,15	304,2	54,2	304,2	152,08	VC=0	Vc=0	405,5				329,8	2	D	13	265,3	175,867	170	OK	419,5336	1331,83	OK
atp	2020	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	220,47	396,5	44,5	396,5	198,24	VC=0	Vc=0	528,6	168	150	150		2	D	13	265,3	134,916	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			2 (kiri)	176	66	627																							
			3 (kanan)		98,9	916,3	220,47	222,5	218	222,5	111,24	VC=0	Vc=0	296,6	168	150	150		2	D	13	265,3	240,435	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	2	66	627																							
			5(tengah)	54	49,5	476,3	136,1	190,1	82,1	190,1	95,049	VC=0	Vc=0	253,5				336	2	D	13	265,3	281,383	250	OK	285,2828	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					CEK
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK	Rumus 1			Rumus 2			Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kNm	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm				Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	275	B1A	21	28	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,2	1,10955	655,975	4,4	OK	215675,6	0,122	1,9	2,13864	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	252,7	63,1678	2	13	265	OK
																				0,88	1,128	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	263	B1AA	55	73,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	5E+00	1,1	2,53464	655,975	4,4	OK	215675,6	0,319	3,79	4,109	3,790428571	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	661,8	165,439	2	16	402	OK
																				2,95	2,614	2,948111111	OK	2	13	120	2,22	OK						
3	261	B1AA	90	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,9	2,39984	655,975	4,4	OK	215675,6	0,522	2,21	2,472	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1083	270,719	2	16	402	OK
																				1,77	1,832	1,768866667	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
4	21	B1AA	86	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	2,7	2,04981	655,975	4,4	OK	215675,6	0,498	2,04	3,03787	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1035	258,687	2	16	402	OK
																				1,06	2,058	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
5	1550	B1B	65	86,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,5	2,04965	643,773	4,4	OK	215675,6	0,377	1,77	2,52231	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	782,1	195,519	2	16	402	OK
																				1,47	2,228	1,474055556	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1169	B1C	63	84	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,4	2,21789	643,773	4,4	OK	215675,6	0,365	2,21	2,94135	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	758	189,503	2	16	402	OK
																				1,77	2,499	1,768866667	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
7	1786	B1B	59	78,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,3	2,04632	643,773	4,4	OK	215675,6	0,342	1,77	2,45276	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	709,9	177,471	2	16	402	OK
																				1,56	2,245	1,560764706	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
8	1903	B1B	55	73,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,1	2,00324	643,773	4,4	OK	215675,6	0,319	1,77	2,4064	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	661,8	165,439	2	16	402	OK
																				1,56	2,198	1,560764706	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2020	B1A	34	45,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,4	1,34471	655,975	4,4	OK	215675,6	0,263	1,77	2,29435	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	545,4	136,362	2	13	265	OK
																				1,06	1,5868	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan															
				Tarik				Tekan				Sengkang				Tul Badan		
				n		D		n	D			n		D	S	n		D
1	275	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
2	263	B1AA	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	120			
3	261	B1AA	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	120			
4	21	B1AA	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	120			
5	1550	B1B	Tump	6 2	D D		25 25	5	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D		25	4	D		25	2	D	13	100			
6	1169	B1C	Tump	6 4	D D		25 25	6	D		25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D		25	5	D		25	2	D	13	100			
7	1786	B1B	Tump	6 2	D D		25 25	5	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D		25	4	D		25	2	D	13	100			
8	1903	B1B	Tump	6 2	D D		25 25	5	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D		25	4	D		25	2	D	13	100			
atp	2020	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			

2. BALOK AS 2

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc) Pu	0,1Ag fc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai Lapis 1 n	D	s	Lapis 2 n	D	s	As	a	ϕ Mn	Cek ϕ Mn	AS min ≥Mn	1	2	Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	t d/dt	Cek	Jarak Bersih s	Cek
				kNm	kN	kNm	kNm		kN	kN					mm2		n			n			mm2	mm	kNm		mm2	mm2									mm	
			1 (kiri)	604			604	672							2937,3	635,7804737	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	122			335,1084	672							1629,6	372,1337373	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
1	282	B1A	3 (kanan)	205	261	13	604	672	261	1312,5	OK	8000	6500	2688	2937,3	635,7804737	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	148			335,1084	672							1629,6	372,1337373	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	188			167,5512	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	1308			1308	703,5							6376,1	1453,333333	10	29	29	6	D	29	7414	164,1	1658	OK	1561	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	203,5	OK
			2 (kiri)	194			827,9762	718							3798,5	913,9735625	6		29	0	D	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1933	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
2	248	B2	3 (kanan)	663	28	120	1308	703,5	28	1680	OK	8000	6500	2814	6376,1	1453,333333	10	29	29	6	D	29	7414	164,1	1658	OK	1561	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	203,5	OK
			4 (kanan)	175			827,9762	718							3798,5	913,9735625	6		29	0	D	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1933	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			5 (tengah)	247			413,9881	718							1884,3	459,9867812	4	D	29	0	D	0	2040,7	59,18	654,5	OK	1933	1256,5	OK	0,0061	0,0268	OK	0,0824	0,3	UNDER	126	OK
			1 (kiri)	1586			1586	703,5							7367,5	1635,051546	10	29	29	6	D	29	7414	164,1	1658	OK	1561	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	203,5	OK
			2 (kiri)	283			827,9762	718							3798,5	871,5539013	6		29	0	D	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1933	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
3	283	B2	3 (kanan)	705	59	148	1586	703,5	59	1680	OK	8000	6500	2814	7367,5	1635,051546	10	29	29	6	D	29	7414	164,1	1658	OK	1561	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	203,5	OK
			4 (kanan)	128			827,9762	718							3798,5	871,5539013	6		29	0	D	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1933	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			5 (tengah)	283			413,9881	718							1884,3	415,7769505	4	D	29	0	D	0	2040,7	59,18	654,5	OK	1933	1256,5	OK	0,0061	0,0268	OK	0,0824	0,3	UNDER	126	OK
			1 (kiri)	1499			1499	703,5							6963,3	1545,362825	10	29	29	6	D	29	7414	164,1	1658	OK	1561	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	203,5	OK
			2 (kiri)	207			827,9762	718							3798,5	913,9735625	6		29	0	D	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1933	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
4	18	B2	3 (kanan)	610	137	100	1499	703,5	137	1680	OK	8000	6500	2814	6963,3	1545,362825	10	29	29	6	D	29	7414	164,1	1658	OK	1561	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	203,5	OK
			4 (kanan)	420			827,9762	718							3798,5	913,9735625	6		29	0	D	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1933	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			5 (tengah)	288			413,9881	718							1884,3	459,9867812	4	D	29	0	D	0	2040,7	59,18	654,5	OK	1933	1256,5	OK	0,0061	0,0268	OK	0,0824	0,3	UNDER	126	OK
			1 (kiri)	911			911	659,5							4514,2	958,9473684	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	63			524,1643	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
5	1557	B1C	3 (kanan)	625	20	37	911	659,5	20	1312,5	OK	8000	7000	2638	4514,2	958,9473684	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	170			524,1643	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	275			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			1 (kiri)	805			805	659,5							3989	894,4444444	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	50			524,1643	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
6	1676	B1C	3 (kanan)	666	15	33	805	659,5	15	1312,5	OK	8000	7000	2638	3989	894,4444444	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	78			524,1643	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	274			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			1 (kiri)	727			727	659,5							3602,5	807,7777778	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	85			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
7	1793	B1B	3 (kanan)	634	15	27	727	659,5	15	1312,5	OK	8000	7000	2638	3602,5	807,7777778	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	3			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	274			214,3262	672							1042,3	218,1430046	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			1 (kiri)	660			660	659,5							3270,5	713,3333333	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	140			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
8	1910	B1B	3 (kanan)	571	17	24	660	659,5	17	1312,5	OK	8000	7000	2638	3270,5	713,3333333	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	61			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	275			214,3262	672							1042,3	218,1430046	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			1 (kiri)	357			357	672							1736,1	396,6666667	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	41			335,1084	672							1629,6	372,1337373	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
atap	2027	B1A	3 (kanan)	265	98	22	357	672	98	1312,5	OK	8000	7000	2688	1736,1	396,6666667	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	7			335,1084	672							1629,6	372,1337373	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	189			167,5512	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	282	B1A	1 (kiri)	231	98,9	916,3	237,43	468,4	6,43	468,4	234,22	VC=0	Vc=0	624,6	168	150	150		2	D	13	265,3	114,19	100	OK	713,207	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	124	98,9	916,3	237,43	361,4	113	361,4	180,72	VC=0	Vc=0	481,9	168	150	150		2	D	13	265,3	147,996	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	36	49,5	476,3	146,57	182,6	111	182,6	91,284	VC=0	Vc=0	243,4				336	2	D	13	265,3	292,99	250	OK	285,2828	1331,83	OK
2	248	B2	1 (kiri)	359	208	2223	543,86	902,9	185	902,9	451,43	VC=0	Vc=0	1204	175,9	174	150		3	D	13	398	93,0339	80	OK	1399,947	1673,11	OK
			2 (kiri)		111	1312																						
			3 (kanan)	60	208	2223	543,86	603,9	484	603,9	301,93	VC=0	Vc=0	805,2	175,9	174	150		3	D	13	398	139,099	80	OK	1399,947	1673,11	OK
			4(kanan)		111	1312																						
			5(tengah)	110	74	899,2	276,67	386,7	167	386,7	193,34	VC=0	Vc=0	515,6				351,8	2	D	13	265,3	147,804	130	OK	586,1752	1707,59	OK
3	283	B2	1 (kiri)	460	208	2223	543,86	1004	83,9	1004	501,93	VC=0	Vc=0	1338	175,9	174	150		3	D	13	398	83,6736	80	OK	1399,947	1673,11	OK
			2 (kiri)		111	1312																						
			3 (kanan)	127	208	2223	543,86	670,9	417	670,9	335,43	VC=0	Vc=0	894,5	175,9	174	150		3	D	13	398	125,207	110	OK	1018,144	1673,11	OK
			4(kanan)		111	1312																						
			5(tengah)	88	74	899,2	276,67	364,7	189	364,7	182,34	VC=0	Vc=0	486,2				351,8	2	D	13	265,3	156,721	140	OK	544,3055	1707,59	OK
4	18	B2	1 (kiri)	456	208	2223	543,86	999,9	87,9	999,9	499,93	VC=0	Vc=0	1333	175,9	174	150		3	D	13	398	84,0083	70	OK	1599,94	1673,11	OK
			2 (kiri)		111	1312																						
			3 (kanan)	152	208	2223	543,86	695,9	392	695,9	347,93	VC=0	Vc=0	927,8	175,9	174	150		3	D	13	398	120,709	100	OK	1119,958	1673,11	OK
			4(kanan)		111	1312																						
			5(tengah)	59	74	899,2	276,67	335,7	218	335,7	167,84	VC=0	Vc=0	447,6				351,8	2	D	13	265,3	170,261	150	OK	508,0185	1707,59	OK
5	1557	B1C	1 (kiri)	335	165	1416	333,12	668,1	1,88	668,1	287,6	VC=0	Vc=0	890,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	78,5721	70	OK	999,9151	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	242	165	1416	333,12	575,1	91,1	575,1	287,56	VC=0	Vc=0	766,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	91,2776	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	36	82,5	773,7	221,05	257,1	185	257,1	128,53	VC=0	Vc=0	342,7				329,8	2	D	13	265,3	208,093	200	OK	356,6035	1331,83	OK
6	1676	B1C	1 (kiri)	314	165	1416	333,12	647,1	19,1	647,1	323,56	VC=0	Vc=0	862,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	81,1219	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	262	165	1416	333,12	595,1	71,1	595,1	297,56	VC=0	Vc=0	793,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	88,2101	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	52	82,5	773,7	221,05	273,1	169	273,1	136,53	VC=0	Vc=0	364,1				329,8	2	D	13	265,3	195,899	190	OK	375,3721	1331,83	OK
7	1793	B1B	1 (kiri)	307	132	1165	276,93	583,9	30,1	583,9	273	VC=0	Vc=0	778,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	89,9008	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	269	132	1165	276,93	545,9	7,93	545,9	272,96	VC=0	Vc=0	727,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	96,1585	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	58	66	627	179,15	237,2	121	237,2	118,58	VC=0	Vc=0	316,2				329,8	2	D	13	265,3	225,553	220	OK	324,185	1331,83	OK
8	1910	B1B	1 (kiri)	307	132	1165	276,93	583,9	30,1	583,9	273	VC=0	Vc=0	778,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	89,9008	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	270	132	1165	276,93	546,9	6,93	546,9	273,46	VC=0	Vc=0	729,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	95,9827	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	58	66	627	179,15	237,2	121	237,2	118,58	VC=0	Vc=0	316,2				329,8	2	D	13	265,3	225,553	220	OK	324,185	1331,83	OK
atp	2027	B1A	1 (kiri)	137	98,9	916,3	220,47	357,5	83,5	357,5	178,74	VC=0	Vc=0	476,6	168	150	150		2	D	13	265,3	149,635	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	111	98,9	916,3	220,47	331,5	109	331,5	165,74	VC=0	Vc=0	442	168	150	150		2	D	13	265,3	161,372	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	51	49,5	476,3	136,1	187,1	85,1	187,1	93,549	VC=0	Vc=0	249,5				336	2	D	13	265,3	285,895	280	OK	254,7168	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
												Rumus 1			Rumus 2																			
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max							Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	282	B1A	13	17,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	2E+00	0,1	1,41578	655,975	4,4	OK	215675,6	0,100	1,9	2,09613	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	208,6	52,1385	2	13	265	OK
																				1,06	1,162	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	248	B2	120	160	480000	2800	342836	2376	30,304	120,49	PERLU TORSI	5E+00	2,0	2,57126	824,069	4,4	OK	342836	0,583	4,97	5,558	4,9749375	UBAH SENGKANG	3	16	100	6,03	OK	1386	346,521	2	16	402	OK
																				2,04	2,624	2,041	UBAH SENGKA	2	16	150	2,68	OK						
3	283	B2	148	160,65	480000	2800	342836	2376	30,304	120,49	PERLU TORSI	6E+00	3,1	2,9586	824,069	4,4	OK	291410,6	0,635	3,62	4,88782	3,618136364	UBAH SENGKANG	3	16	100	6,03	OK	1508	377,097	2	16	402	OK
																				1,9	2,530	1,895214286	UBAH SENGKA	2	16	150	2,68	OK						
4	18	B2	100	133,33	480000	2800	342836	2376	30,304	120,49	PERLU TORSI	6E+00	1,4	2,6505	824,069	4,4	OK	342836	0,486	3,98	4,466	3,97995	UBAH SENGKANG	3	16	100	6,03	OK	1155	288,768	2	16	402	OK
																				1,77	2,255	1,768866667	UBAH SENGKA	2	16	150	2,68	OK						
5	1557	B1C	37	49,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	0,5	2,14424	643,773	4,4	OK	215675,6	0,286	3,32	3,88847	3,316625	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	593,6	148,394	2	16	402	OK
																				1,33	1,898	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1676	B1C	33	44	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	0,4	2,05986	643,773	4,4	OK	215675,6	0,255	3,32	3,82665	3,316625	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	529,4	132,352	2	16	402	OK
																				1,4	1,906	1,396473684	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
7	1793	B1B	27	36	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,3	1,84339	643,773	4,4	OK	215675,6	0,209	2,95	3,157	2,948111111	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	433,2	108,288	2	16	402	OK
																				1,21	1,623	1,206045455	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
8	1910	B1B	24	32	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,2	1,82839	643,773	4,4	OK	215675,6	0,185	2,95	3,31904	2,948111111	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	385	96,2557	2	16	402	OK
																				1,21	1,577	1,206045455	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2027	B1A	22	29,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,2	1,14282	655,975	4,4	OK	215675,6	0,170	2,04	2,38102	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	352,9	88,2344	2	13	265	OK
																				0,95	1,28762	0,947607143	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan													
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	282	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2	248	B2	Tump	3D29 6	3D25 D	 29	6	D	29	3	D	16	100	3	D	16
			Lapa	4	D	29	4	D	29	2	D	16	150			
3	283	B2	Tump	3D29 6	3D25 D	 29	6	D	29	3	D	16	100	2	D	16
			Lapa	4	D	29	4	D	29	2	D	16	150			
4	18	B2	Tump	3D29 6	3D25 D	 29	6	D	29	3	D	16	100	2	D	16
			Lapa	4	D	29	4	D	29	2	D	16	150			
5	1557	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
6	1676	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6 0	D D	25 0	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
7	1793	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
8	1910	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
atp	2027	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			

3. BALOK AS 3

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc) Pu	0,1Ag fc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai Lapis 1			Lapis 2			As	α	ϕ Mn	CEK ϕ Mn	AS min 1	2	Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	t c/dt	Cek	Jarak Bersih s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2		n	D	n	D	mm2	mm	kNm		>Mn	mm2	mm2								mm	
1	281	B1A	1 (kiri)	474	188	13	474	672	188	1312,5	OK	8000	6800	2638	2305,1	526,6666667	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	16			315,1016	672							3626,6	372,1373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	307			474	672							2305,1	526,6666667	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	85			315,1016	672							3626,6	372,1373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	188			367,5518	672							814,81	186,168687	3	0	0	0	0	0	1471,9	39,68	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,1	UNDER	159,5	OK
2	1286	B1C	1 (kiri)	807	27	51	807	659,5	27	1312,5	OK	8000	6800	2638	3998,9	896,6666667	6	25	4	0	25	4906,3	131,9	1068	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	10			524,1643	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	478			807	659,5							3998,9	896,6666667	6	25	4	0	25	4906,3	131,9	1068	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	257			524,1643	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	130			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
3	1289	B1C	1 (kiri)	883	16	68	883	659,5	16	1312,5	OK	8000	6800	2638	4375,5	981,1111111	6	25	4	0	25	4906,3	131,9	1068	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	7			524,1643	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	528			883	659,5							4375,5	981,1111111	6	25	4	0	25	4906,3	131,9	1068	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	283			524,1643	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	241			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
4	1419	B1C	1 (kiri)	837	34	86	837	659,5	34	1312,5	OK	8000	6800	2638	4147,5	930	6	25	4	0	25	4906,3	131,9	1068	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	28			524,1643	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	611			837	659,5							4147,5	930	6	25	4	0	25	4906,3	131,9	1068	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	247			524,1643	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	235			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
5	1556	B1B	1 (kiri)	745	31	55	745	659,5	31	1312,5	OK	8000	7000	2638	3691,6	827,7777778	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	49			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	682			745	659,5							3691,6	827,7777778	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	147			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	248			214,3262	672							3042,3	238,1403046	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
6	1675	B1B	1 (kiri)	669	16	47	681	659,5	16	1312,5	OK	8000	7000	2638	3174,5	756,6666667	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	34			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	681			681	659,5							3174,5	756,6666667	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	75			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	248			214,3262	672							3042,3	238,1403046	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
7	1792	B1B	1 (kiri)	631	17	40	631	659,5	17	1312,5	OK	8000	7000	2638	3126,7	701,1111111	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	11			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	630			631	659,5							3126,7	701,1111111	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	15			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	248			214,3262	672							3042,3	238,1403046	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
8	1909	B1B	1 (kiri)	564	22	37	564	659,5	22	1312,5	OK	8000	7000	2638	2794,7	626,6666667	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	53			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	552			564	659,5							2794,7	626,6666667	6	25	2,0	25	392,5	3925	305,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	57			428,6525	672							2084,6	476,2806092	5	25	0	0	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,1	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	248			214,3262	672							3042,3	238,1403046	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
atap	2026	B1A	1 (kiri)	301	98	8	301	672	98	1312,5	OK	8000	7000	2638	1463,8	334,4444444	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	11			315,1016	672							3626,6	372,1373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	287			301	672							1463,8	334,4444444	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,1	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	4			315,1016	672							3626,6	372,1373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,1	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	173			367,5518	672							814,81	186,168687	3	0	0	0	0	0	1471,9	39,68	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,1	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK			Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20	Vs	d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	281	B1A	1 (kiri)	189	98,9	916,3	226,96	416	38	416	207,98	V C=0	Vc=0	554,6	168	150	150		2	D	13	265,3	128,596	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	148	98,9	916,3	226,96	375	79	375	187,48	V C=0	Vc=0	499,9	168	150	150		2	D	13	265,3	142,657	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	10	49,5	476,3	140,1	150,1	130	150,1	75,051	V C=0	Vc=0	200,1				336	2	D	13	265,3	356,363	300	300	237,7357	1331,83	OK
2	1286	B1C	1 (kiri)	251	165	1416	342,92	593,9	91,9	593,9	296,96	V C=0	Vc=0	791,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	88,3887	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	163	165	1416	342,92	505,9	180	505,9	252,96	V C=0	Vc=0	674,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	103,763	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	40	82,5	773,7	227,55	267,6	188	267,6	133,78	V C=0	Vc=0	356,7				329,8	2	D	13	265,3	199,925	190	OK	375,3721	1331,83	OK
3	1289	B1C	1 (kiri)	232	165	1416	342,92	574,9	111	574,9	287,46	V C=0	Vc=0	766,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	91,3098	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	144	165	1416	342,92	486,9	199	486,9	243,46	V C=0	Vc=0	649,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	107,812	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	11	82,5	773,7	227,55	238,6	217	238,6	119,28	V C=0	Vc=0	318,1				329,8	2	D	13	265,3	224,229	220	OK	324,185	1331,83	OK
4	1419	B1C	1 (kiri)	258	165	1416	342,92	600,9	84,9	600,9	300,46	V C=0	Vc=0	801,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	87,3591	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	213	165	1416	342,92	555,9	130	555,9	277,96	V C=0	Vc=0	741,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	94,4305	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	17	82,5	773,7	227,55	244,6	211	244,6	122,28	V C=0	Vc=0	326,1				329,8	2	D	13	265,3	218,728	210	OK	339,6224	1331,83	OK
5	1556	B1B	1 (kiri)	246	132	1165	276,93	522,9	30,9	522,9	261,46	V C=0	Vc=0	697,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	100,388	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	245	132	1165	276,93	521,9	31,9	521,9	260,96	V C=0	Vc=0	695,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	100,58	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	40	66	627	179,15	219,2	139	219,2	109,58	V C=0	Vc=0	292,2				329,8	2	D	13	265,3	244,079	240	OK	297,1696	1331,83	OK
6	1675	B1B	1 (kiri)	257	132	1165	276,93	533,9	19,9	533,9	266,96	V C=0	Vc=0	711,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	98,3197	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	237	132	1165	276,93	513,9	39,9	513,9	256,96	V C=0	Vc=0	685,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	102,146	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	48	66	627	179,15	227,2	131	227,2	113,58	V C=0	Vc=0	302,9				329,8	2	D	13	265,3	235,482	230	OK	310,09	1331,83	OK
7	1792	B1B	1 (kiri)	259	132	1165	276,93	535,9	17,9	535,9	267,96	V C=0	Vc=0	714,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	97,9528	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	236	132	1165	276,93	512,9	40,9	512,9	256,46	V C=0	Vc=0	683,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	102,345	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	50	66	627	179,15	229,2	129	229,2	114,58	V C=0	Vc=0	305,5				329,8	2	D	13	265,3	233,427	230	OK	310,09	1331,83	OK
8	1909	B1B	1 (kiri)	259	132	1165	276,93	535,9	17,9	535,9	267,96	V C=0	Vc=0	714,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	97,9528	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	237	132	1165	276,93	513,9	39,9	513,9	256,96	V C=0	Vc=0	685,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	102,146	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	50	66	627	179,15	229,2	129	229,2	114,58	V C=0	Vc=0	305,5				329,8	2	D	13	265,3	233,427	230	OK	310,09	1331,83	OK
atp	2026	B1A	1 (kiri)	117	98,9	916,3	220,47	337,5	103	337,5	168,74	V C=0	Vc=0	450	168	150	150		2	D	13	265,3	158,503	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	113	98,9	916,3	220,47	333,5	107	333,5	166,74	V C=0	Vc=0	444,6	168	150	150		2	D	13	265,3	160,404	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	38	49,5	476,3	136,1	174,1	98,1	174,1	87,049	V C=0	Vc=0	232,1				336	2	D	13	265,3	307,243	300	OK	237,7357	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK	Rumus 1			Rumus 2		CEK	Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s	Cek	Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kNm	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm				Mpa	Vc(kN)	Mpa		mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm		mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	281	B1A	13	17,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	2E+00	0,1	1,26229	655,975	4,4	OK	215675,6	0,100	1,9	2,09613	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	208,6	52,1385	2	13	265	OK
																				0,88	0,985	0,884433333	UBAH SENGKANG	2	13	150	1,77	OK						
2	1286	B1C	51	68	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,9	2,04445	643,773	4,4	OK	215675,6	0,394	2,65	3,442	2,6533	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	818,2	204,543	2	16	402	OK
																				1,4	1,791	1,396473684	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
3	1289	B1C	68	90,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,7	2,16872	643,773	4,4	OK	215675,6	0,525	2,95	3,474	2,948111111	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1091	272,724	2	16	402	OK
																				1,21	1,732	1,206045455	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
4	1419	B1C	86	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,7	2,44577	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,95	3,585	2,948111111	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				1,26	1,900	1,26347619	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
5	1556	B1B	55	73,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,1	1,8982	643,773	4,4	OK	215675,6	0,425	2,65	3,078	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	882,3	220,586	2	16	402	OK
																				1,11	1,531	1,105541667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
6	1675	B1B	47	62,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,8	1,84838	643,773	4,4	OK	215675,6	0,363	2,65	3,016	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	754	188,501	2	16	402	OK
																				1,15	1,517	1,153608696	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
7	1792	B1B	40	53,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,6	1,79362	643,773	4,4	OK	215675,6	0,309	2,65	3,27151	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	641,7	160,426	2	16	402	OK
																				1,15	1,463	1,153608696	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
8	1909	B1B	37	49,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,5	1,7703	643,773	4,4	OK	215675,6	0,286	2,65	3,22515	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	593,6	148,394	2	16	402	OK
																				1,15	1,440	1,153608696	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2026	B1A	8	10,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	1E+00	0,0	1,01578	655,975	4,4	OK	215675,6	0,062	1,77	1,89251	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	128,3	32,0852	2	13	265	OK
																				0,88	1,00808	0,884433333	UBAH SENGKANG	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	281	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2	1286	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
3	1289	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
4	1419	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
5	1556	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
6	1675	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
7	1792	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
8	1909	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
atp	2026	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			

4. BALOK AS 4

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT				Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc)			Cek Bentang Bersih (Ln)				As Perlu	Mn	Tulangan Pakai									Cek	AS min			Rasio tulangan			Tension control			Jarak Bersih	
				Mu	Pu		Tu			Pu	0,1Ag fc		L	Ln		Ad			Lapis 1			Lapis 2		As		ϕ Mn	ϕ Mn											s	
				kNm	kN		kNm			kN	kN	Cek					mm2		n	D	n	D	n	mm2	mm	kNm	,kNm	mm2	mm2	Cek	ρ	ρ min	Cek	a/dt	εt/dt	Cek	mm	Cek
1	280	B1A	1 (kiri)	363	304	33	363	672	304	1312,5	OK	8000	6800	2688	1765,3	403,3333333	6	0	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	48			335,1064	672									1629,6	372,3737373	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	276			363	672									1765,3	403,3333333	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	72			335,1064	672									1629,6	372,3737373	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	151			167,55182	672									814,81	186,168687	3	0	25	0	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
2	1287	B1B	1 (kiri)	671	33	68	671	659,5	33	1312,5	OK	8000	6800	2638	3325	745,5555556	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	186			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	557			671	659,5									3325	745,5555556	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	278			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	210			214,13627	672									3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
3	1288	B1C	1 (kiri)	860	51	48	860	659,5	51	1312,5	OK	8000	6800	2638	4261,5	955,5555556	6	0	25	4	0	25	4906,3	1311,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	170			524,16437	672									2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	585			860	659,5									4261,5	955,5555556	6	0	25	4	0	25	4906,3	1311,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	299			524,16437	672									2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	219			262,08219	672									3274,5	291,2024291	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
4	1418	B1C	1 (kiri)	808	63	57	808	659,5	63	1312,5	OK	8000	6800	2638	4303,8	897,7777778	6	0	25	4	0	25	4906,3	1311,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	184			524,16437	672									2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	479			808	659,5									4303,8	897,7777778	6	0	25	4	0	25	4906,3	1311,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	323			524,16437	672									2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	189			262,08219	672									3274,5	291,2024291	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
5	1555	B1C	1 (kiri)	841	85	59	841	659,5	85	1312,5	OK	8000	7000	2638	4167,3	934,4444444	6	0	25	4	0	25	4906,3	1311,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	47			524,16437	672									2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	680			841	659,5									4167,3	934,4444444	6	0	25	4	0	25	4906,3	1311,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	117			524,16437	672									2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	261			262,08219	672									3274,5	291,2024291	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
6	1674	B1B	1 (kiri)	794	42	52	794	659,5	42	1312,5	OK	8000	7000	2638	3934,5	815,7894737	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	9			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	629			794	659,5									3934,5	815,7894737	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	67			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	258			214,13627	672									3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
7	1791	B1B	1 (kiri)	711	36	44	711	659,5	36	1312,5	OK	8000	7000	2638	3622,3	812,2222222	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	70			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	570			711	659,5									3622,3	812,2222222	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	9			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	258			214,13627	672									3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
8	1908	B1B	1 (kiri)	656	34	36	656	659,5	34	1312,5	OK	8000	7000	2638	3250,6	728,8888889	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	116			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	507			656	659,5									3250,6	728,8888889	6	0	25	2	0	25	392,5	1005,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	60			428,65255	672									2084,6	476,2800092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	258			214,13627	672									3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
atap	2025	B1A	1 (kiri)	345	78	10	345	672	78	1312,5	OK	8000	7000	2688	1677,8	383,3333333	6	0	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	60			335,1064	672									1629,6	372,3737373	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	226			345	672									1677,8	383,3333333	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	17			335,1064	672									1629,6	372,3737373	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	175			167,55182	672									814,81	186,168687	3	0	25	0	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	280	B1A	1 (kiri)	147	98,9	916,3	226,96	374	80	374	186,98	VC=0	Vc=0	498,6	168	150	150		2	D	13	265,3	143,039	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	77	98,9	916,3	226,96	304	150	304	151,98	VC=0	Vc=0	405,3	168	150	150		2	D	13	265,3	175,98	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	2	49,5	476,3	140,1	142,1	138	142,1	71,051	VC=0	Vc=0	189,5				336	2	D	13	265,3	376,425	300	300	237,7357	1331,83	OK
2	1287	B1B	1 (kiri)	168	132	1165	285,07	453,1	117	453,1	226,54	VC=0	Vc=0	604,1	164,9	150	150		2	D	13	265,3	115,866	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	117	132	1165	285,07	402,1	168	402,1	201,04	VC=0	Vc=0	536,1	164,9	150	150		2	D	13	265,3	130,563	130	OK	538,4158	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	67	66	627	184,42	251,4	117	251,4	125,71	VC=0	Vc=0	335,2				329,8	2	D	13	265,3	212,752	210	OK	339,6224	1331,83	OK
3	1288	B1C	1 (kiri)	267	165	1416	342,92	609,9	75,9	609,9	304,96	VC=0	Vc=0	813,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	86,07	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	113	165	1416	342,92	455,9	230	455,9	227,96	VC=0	Vc=0	607,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	115,143	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	45	82,5	773,7	227,55	272,6	183	272,6	136,28	VC=0	Vc=0	363,4				329,8	2	D	13	265,3	196,257	190	OK	375,3721	1331,83	OK
4	1418	B1C	1 (kiri)	247	165	1416	342,92	589,9	95,9	589,9	294,96	VC=0	Vc=0	786,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	88,988	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	48	165	1416	342,92	390,9	295	390,9	195,46	VC=0	Vc=0	521,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	134,288	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	32	82,5	773,7	227,55	259,6	196	259,6	129,78	VC=0	Vc=0	346,1				329,8	2	D	13	265,3	206,087	200	OK	356,6035	1331,83	OK
5	1555	B1C	1 (kiri)	292	165	1416	333,12	625,1	41,1	625,1	312,56	VC=0	Vc=0	833,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	83,9768	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	247	165	1416	333,12	580,1	86,1	580,1	290,06	VC=0	Vc=0	773,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	90,4909	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	75	82,5	773,7	221,05	296,1	146	296,1	148,03	VC=0	Vc=0	394,7				329,8	2	D	13	265,3	180,68	180	OK	396,2261	1331,83	OK
6	1674	B1B	1 (kiri)	293	132	1165	276,93	569,9	16,1	569,9	284,96	"NOT	Vc=0	759,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	92,1092	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	246	132	1165	276,93	522,9	30,9	522,9	261,46	VC=0	Vc=0	697,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	100,388	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	76	66	627	179,15	255,2	103	255,2	127,58	VC=0	Vc=0	340,2				329,8	2	D	13	265,3	209,641	200	OK	356,6035	1331,83	OK
7	1791	B1B	1 (kiri)	292	132	1165	276,93	568,9	15,1	568,9	284,46	"NOT	Vc=0	758,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	92,2711	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	246	132	1165	276,93	522,9	30,9	522,9	261,46	VC=0	Vc=0	697,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	100,388	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	76	66	627	179,15	255,2	103	255,2	127,58	VC=0	Vc=0	340,2				329,8	2	D	13	265,3	209,641	200	OK	356,6035	1331,83	OK
8	1908	B1B	1 (kiri)	291	132	1165	276,93	567,9	14,1	567,9	283,96	"NOT	Vc=0	757,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	92,4336	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	247	132	1165	276,93	523,9	29,9	523,9	261,96	VC=0	Vc=0	698,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	100,196	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	75	66	627	179,15	254,2	104	254,2	127,08	VC=0	Vc=0	338,9				329,8	2	D	13	265,3	210,466	210	OK	339,6224	1331,83	OK
atp	2025	B1A	1 (kiri)	131	98,9	916,3	220,47	351,5	89,5	351,5	175,74	VC=0	Vc=0	468,6	168	150	150		2	D	13	265,3	152,189	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	101	98,9	916,3	220,47	321,5	119	321,5	160,74	VC=0	Vc=0	428,6	168	150	150		2	D	13	265,3	166,392	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	22	49,5	476,3	136,1	158,1	114	158,1	79,049	VC=0	Vc=0	210,8				336	2	D	13	265,3	338,337	300	OK	237,7357	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
												Rumus 1			Rumus 2																			
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK				Vc(kN)	Mpa	CEK	Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm				Mpa				mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	280	B1A	33	44	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,4	1,27691	655,975	4,4	OK	215675,6	0,255	1,77	2,27889	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	529,4	132,352	2	13	265	OK
																				0,88	1,139	0,884433333	UBAH SENGKANG	2	13	150	1,77	OK						
2	1287	B1B	68	90,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,7	1,88452	643,773	4,4	OK	215675,6	0,525	2,04	3,09196	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1091	272,724	2	16	402	OK
																				1,26	2,314	1,263476190	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
3	1288	B1C	48	64	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,8	2,06157	643,773	4,4	OK	215675,6	0,371	2,41	3,154	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	770	154,009	2	16	402	OK
																				1,4	1,767	1,396473684	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
4	1418	B1C	57	76	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,2	2,0903	643,773	4,4	OK	215675,6	0,440	2,21	3,092	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	914,4	203,206	2	16	402	OK
																				1,33	2,208	1,32665	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
5	1555	B1C	59	78,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	1,3	2,20141	643,773	4,4	OK	215675,6	0,456	3,32	3,773	3,316625	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	946,5	236,629	2	16	402	OK
																				1,47	2,386	1,474055556	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
6	1674	B1B	52	69,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,0	1,98999	643,773	4,4	OK	215675,6	0,402	2,65	3,45698	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	NOT	834,2	208,554	2	16	402	OK
																				1,33	2,130	1,32665	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
7	1791	B1B	44	58,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,7	1,91658	643,773	4,4	OK	215675,6	0,340	2,65	2,993	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	705,9	176,469	2	16	402	OK
																				1,33	2,007	1,32665	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
8	1908	B1B	36	48	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,5	1,85272	643,773	4,4	OK	215675,6	0,278	2,65	3,20969	2,6533	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	577,5	144,384	2	16	402	OK
																				1,26	1,820	1,263476190	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2025	B1A	10	13,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	1E+00	0,0	1,06311	655,975	4,4	OK	215675,6	0,077	1,77	1,92342	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	160,4	40,1065	2	13	265	OK
																				0,88	1,03899	0,884433333	UBAH SENGKANG	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik				Tekan				Sengkang				Tul Badan		
				n		D		n	D			n		D	S	n		D
1	280	B1A	Tump	6	D	25		4	D	25		2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25		3	D	25		2	D	13	150			
2	1287	B1B	Tump	6	D	25		5	D	25		2	D	13	80	2	D	16
				2	D	25												
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
3	1288	B1C	Tump	6	D	25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
				4	D	25												
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
4	1418	B1C	Tump	6	D	25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
				4	D	25												
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
5	1555	B1C	Tump	6	D	25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
				4	D	25												
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
6	1674	B1B	Tump	6	D	25		5	D	25		2	D	13	80	2	D	16
				2	D	25												
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
7	1791	B1B	Tump	6	D	25		5	D	25		2	D	13	80	2	D	16
				2	D	25												
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
8	1908	B1B	Tump	6	D	25		5	D	25		2	D	13	80	2	D	16
				2	D	25												
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
atp	2025	B1A	Tump	6	D	25		4	D	25		2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25		3	D	25		2	D	13	150			

5. BALOK AS 5

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT				Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Agfc)			Cek Bentang Bersih (Ln)			As Perlu	Mn	Tulangan Pakai						α	ϕ Mn	CEK	AS min			Rasio tulangan			Tension control			Jarak Bersih	
				Mu	Pu	Tu				Pu	0,1Agfc	Cek	L	Ln	Ad			Lapis 1			Lapis 2		As		ϕ Mn		1	2	Cek	ρ	ρ max	Cek	a/dt	fc/dt	Cek	s	Cek
				kNm	kN	kNm				kN	kN					mm2		n	D	n	D	mm2	mm	kNm	>Mn	mm2	mm2								mm	
1	215	B1A	1(kiri)	161	194	16	161	672	194	1312,5	OK	8000	6800	2638	782,95	178,8888889	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	11			335,1016	672								3629,6	372,1373739	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3(kanan)	113			161	672								782,95	178,8888889	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	3			335,1016	672								3629,6	372,1373739	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5(tengah)	53			367,5582	672								814,81	186,168687	3	0	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK
2	393	B1C	1(kiri)	898	21	55	898	659,5	21	1312,5	OK	8000	6800	2638	4449,8	945,2631579	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	95			524,1643	672								2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	491			898	659,5								4449,8	945,2631579	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	152			524,1643	672								2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	151			262,0829	672								1274,5	291,2024291	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
3	1279	B1C	1(kiri)	980	27	101	980	659,5	27	1312,5	OK	8000	6800	2638	4856,1	1031,578947	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	80			524,1643	672								2549	551,7519709	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	476			980	659,5								4856,1	1031,578947	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	453			524,1643	672								2549	551,7519709	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	189			262,0829	672								1274,5	275,8759855	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
4	1392	B1C	1(kiri)	989	51	89	989	659,5	51	1312,5	OK	8000	6800	2638	4900,7	1041,052632	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	91			524,1643	672								2549	551,7519709	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	438			989	659,5								4900,7	1041,052632	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	432			524,1643	672								2549	551,7519709	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	175			262,0829	672								1274,5	275,8759855	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
5	1545	B1C	1(kiri)	852	22	74	852	659,5	22	1312,5	OK	8000	7000	2638	4221,9	946,6666667	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	40			524,1643	672								2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	446			852	659,5								4221,9	946,6666667	6	0	25	4	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	286			524,1643	672								2549	582,4048582	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	186			262,0829	672								1274,5	291,2024291	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
6	1664	B1B	1(kiri)	765	13	73	765	659,5	13	1312,5	OK	8000	7000	2638	3790,8	850	6	0	25	2	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	10			428,6525	672								2084,6	476,2806092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			3(kanan)	406			765	659,5								3790,8	850	6	0	25	2	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	208			428,6525	672								2084,6	476,2806092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			5(tengah)	99			214,3267	672								3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
7	1781	B1B	1(kiri)	696	18	69	696	659,5	18	1312,5	OK	8000	7000	2638	3448,8	773,1313131	6	0	25	2	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	76			428,6525	672								2084,6	476,2806092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			3(kanan)	345			696	659,5								3448,8	773,1313131	6	0	25	2	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	140			428,6525	672								2084,6	476,2806092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			5(tengah)	182			214,3267	672								3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
8	1898	B1B	1(kiri)	613	21	62	613	659,5	21	1312,5	OK	8000	7000	2638	3037,6	681,1111111	6	0	25	2	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	150			428,6525	672								2084,6	476,2806092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			3(kanan)	276			613	659,5								3037,6	681,1111111	6	0	25	2	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	63			428,6525	672								2084,6	476,2806092	5	0	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			5(tengah)	181			214,3267	672								3042,3	238,1403046	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
atap	2015	B1A	1(kiri)	352	60	26	352	672	60	1312,5	OK	8000	7000	2638	1711,8	191,1111111	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	98			335,1016	672								3629,6	372,1373739	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3(kanan)	107			352	672								1711,8	191,1111111	6	0	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0388	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	80			335,1016	672								3629,6	372,1373739	4	0	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0258	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5(tengah)	134			367,5582	672								814,81	186,168687	3	0	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK			Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20	Vs	d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				kN	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	235	B1A	1 (kiri)	83	98,9	916,3	226,96	310	144	310	154,98	VC=0	Vc=0	413,3	168	150	150		2	D	13	265,3	172,573	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	64	98,9	916,3	226,96	291	163	291	145,48	VC=0	Vc=0	387,9	168	150	150		2	D	13	265,3	183,843	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	6	49,5	476,3	140,1	146,1	134	146,1	73,051	VC=0	Vc=0	194,8				336	2	D	13	265,3	366,119	300	300	237,7357	1331,83	OK
2	393	B1C	1 (kiri)	205	165	1416	342,92	547,9	138	547,9	273,96	VC=0	Vc=0	730,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	95,8093	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	53	165	1416	342,92	395,9	290	395,9	197,96	VC=0	Vc=0	527,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	132,592	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	101	82,5	773,7	227,55	328,6	127	328,6	164,28	VC=0	Vc=0	438,1				329,8	2	D	13	265,3	162,806	160	OK	445,7544	1331,83	OK
3	1279	B1C	1 (kiri)	267	165	1416	342,92	609,9	75,9	609,9	304,96	VC=0	Vc=0	813,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	86,07	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	101	165	1416	342,92	443,9	242	443,9	221,96	VC=0	Vc=0	591,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	118,255	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	109	82,5	773,7	227,55	336,6	119	336,6	168,28	VC=0	Vc=0	448,7				329,8	2	D	13	265,3	158,936	150	OK	475,4714	1331,83	OK
4	1392	B1C	1 (kiri)	245	165	1416	342,92	587,9	97,9	587,9	293,96	VC=0	Vc=0	783,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	89,2907	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	100	165	1416	342,92	442,9	243	442,9	221,46	VC=0	Vc=0	590,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	118,522	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	96	82,5	773,7	227,55	323,6	132	323,6	161,78	VC=0	Vc=0	431,4				329,8	2	D	13	265,3	165,322	160	OK	445,7544	1331,83	OK
5	1545	B1C	1 (kiri)	243	165	1416	333,12	576,1	90,1	576,1	288,06	VC=0	Vc=0	768,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	91,1192	80	OK	874,9257	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	138	165	1416	333,12	471,1	195	471,1	235,56	VC=0	Vc=0	628,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	111,427	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	80	82,5	773,7	221,05	301,1	141	301,1	150,53	VC=0	Vc=0	401,4				329,8	2	D	13	265,3	177,679	170	OK	419,5336	1331,83	OK
6	1664	B1B	1 (kiri)	236	132	1165	276,93	512,9	40,9	512,9	256,46	VC=0	Vc=0	683,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	102,345	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	145	132	1165	276,93	421,9	132	421,9	210,96	VC=0	Vc=0	562,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	124,419	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	75	66	627	179,15	254,2	104	254,2	127,08	VC=0	Vc=0	338,9				329,8	2	D	13	265,3	210,466	200	OK	356,6035	1331,83	OK
7	1781	B1B	1 (kiri)	236	132	1165	276,93	512,9	40,9	512,9	256,46	VC=0	Vc=0	683,9	164,9	150	150		2	D	13	265,3	102,345	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	145	132	1165	276,93	421,9	132	421,9	210,96	VC=0	Vc=0	562,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	124,419	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	74	66	627	179,15	253,2	105	253,2	126,58	VC=0	Vc=0	337,5				329,8	2	D	13	265,3	211,297	210	OK	339,6224	1331,83	OK
8	1898	B1B	1 (kiri)	235	132	1165	276,93	511,9	41,9	511,9	255,96	VC=0	Vc=0	682,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	102,545	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	147	132	1165	276,93	423,9	130	423,9	211,96	VC=0	Vc=0	565,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	123,832	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	73	66	627	179,15	252,2	106	252,2	126,08	VC=0	Vc=0	336,2				329,8	2	D	13	265,3	212,135	210	OK	339,6224	1331,83	OK
atp	2015	B1A	1 (kiri)	125	98,9	916,3	220,47	345,5	95,5	345,5	172,74	VC=0	Vc=0	460,6	168	150	150		2	D	13	265,3	154,833	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	58	98,9	916,3	220,47	278,5	162	278,5	139,24	VC=0	Vc=0	371,3	168	150	150		2	D	13	265,3	192,085	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	50	49,5	476,3	136,1	186,1	86,1	186,1	93,049	VC=0	Vc=0	248,1				336	2	D	13	265,3	287,431	250	OK	285,2828	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max		Rumus 1			Rumus 2			Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi		REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm	CEK	n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	235	B1A	16	21,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	9E-01	0,1	0,97113	655,975	4,4	OK	215675,6	0,124	1,77	2,01615	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	256,7	64,1704	2	13	265	OK
																				0,88	1,132	0,884433333	UBAH SENGKANG	2	13	150	1,77	OK						
2	393	B1C	55	73,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,1	1,96196	643,773	4,4	OK	215675,6	0,425	2,21	3,06113	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	882,3	220,586	2	16	402	OK
																				1,66	2,508	1,658125	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
3	1279	B1C	101	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	3,7	2,66293	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,41	3,685	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	293,626	2	16	402	OK
																				1,77	2,405	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
4	1392	B1C	89	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,8	2,45531	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,41	3,685	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				1,66	2,295	1,658125	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
5	1545	B1C	74	98,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,0	2,24112	643,773	4,4	OK	215675,6	0,572	2,65	3,797	2,6533	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1187	296,788	2	16	402	OK
																				1,56	2,133	1,560764706	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
6	1664	B1B	73	97,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,9	2,0825	643,773	4,4	OK	215675,6	0,564	2,21	2,775	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1171	292,778	2	16	402	OK
																				1,33	2,455	1,32665	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
7	1781	B1B	69	92	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,7	2,03285	643,773	4,4	OK	215675,6	0,533	2,21	3,2775	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1107	276,735	2	16	402	OK
																				1,26	2,330	1,263476191	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
8	1898	B1B	62	82,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,4	1,9476	643,773	4,4	OK	215675,6	0,479	2,21	3,16931	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	994,6	248,66	2	16	402	OK
																				1,26	2,222	1,263476191	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2015	B1A	26	34,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,2	1,14035	655,975	4,4	OK	215675,6	0,201	1,77	2,1707	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	417,1	104,277	2	13	265	OK
																				1,06	1,46316	1,06132	UBAH SENGKANG	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik				Tekan				Sengkang				Tul Badan		
				n		D		n	D			n		D	S	n		D
1	235	B1A	Tump	6	D	25		4	D	25		2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25		3	D	25		2	D	13	150			
2	393	B1C	Tump	6 4	D D	25 25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
3	1279	B1C	Tump	6 4	D D	25 25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
4	1392	B1C	Tump	6 4	D D	25 25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
5	1545	B1C	Tump	6 4	D D	25 25		6	D	25		3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25		5	D	25		2	D	13	100			
6	1664	B1B	Tump	6 2	D D	25 25		5	D	25		2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
7	1781	B1B	Tump	6 2	D D	25 25		5 0	D D	25 0		2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
8	1898	B1B	Tump	6 2	D D	25 25		5	D	25		2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25		4	D	25		2	D	13	100			
atp	2015	B1A	Tump	6	D	25		4	D	25		2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25		3	D	25		2	D	13	150			

6. BALOK AS B 1-2

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT				Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc)			Cek Bentang Bersih (Ln)				As Perlu	Mn	Tulangan Pakai										Cek	AS min			Rasio tulangan			Tension control			Jarak Bersih	
				Mu	Pu	Tu				Pu	0,1Ag fc		L	Ln	Ad				Lapis 1			Lapis 2		As		ϕ Mn	ϕ Mn												s	
				kNm	kN	kNm				kN	kN						mm2		n	D	n	D	n	mm2	mm	kNm	,4Mn		mm2	mm2		ρ	ρ min		a/dt	Td/dt		mm	
1	274	B1A	1 (kiri)	496	308	45		496	672	308	1312,5	OK	8000	7200	2688		2412,1	551,1111111	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	30				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	414				496	672								2412,1	551,1111111	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	4				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	291				167,55182	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
2	11	B1C	1 (kiri)	820	53	109		820	659,5	53	1312,5	OK	8000	7200	2638		4063,3	863,1578947	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	307				524,16437	672								2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	515				820	659,5								4063,3	863,1578947	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	313				524,16437	672								2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	245				262,08219	672								1274,5	291,2024291	3	D	25	0	D	0	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
3	30	B1C	1 (kiri)	898	39	84		898	659,5	39	1312,5	OK	8000	7200	2638		4449,8	945,2631579	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	50				524,16437	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	465				898	659,5								4449,8	945,2631579	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	345				524,16437	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	232				262,08219	672								1274,5	275,8759855	3	D	25	0	D	0	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
4	22	B1C	1 (kiri)	827	135	65		827	659,5	135	1312,5	OK	8000	7200	2638		4098	870,5263158	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	21				524,16437	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	428				827	659,5								4098	870,5263158	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	274				524,16437	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	234				262,08219	672								1274,5	275,8759855	3	D	25	0	D	0	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
5	1551	B1B	1 (kiri)	611	21	43		611	659,5	21	1312,5	OK	8000	7500	2638		3027,6	678,8888889	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	4				428,65255	672								2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	436				611	659,5								3027,6	678,8888889	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	88				428,65255	672								2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	259				214,32627	672								3042,3	238,1400046	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
6	1670	B1A	1 (kiri)	575	30	35		575	672	30	1312,5	OK	8000	7500	2688		2796,3	618,8888889	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	35				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	408				575	672								2796,3	618,8888889	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	51				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	260				167,55182	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
7	1787	B1A	1 (kiri)	527	9	28		527	672	9	1312,5	OK	8000	7500	2688		2562,8	585,5555556	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	79				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	367				527	672								2562,8	585,5555556	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	6				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	261				167,55182	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
8	1904	B1A	1 (kiri)	478	16	24		478	672	16	1312,5	OK	8000	7500	2688		2124,5	531,1111111	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	138				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	313				478	672								2124,5	531,1111111	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	40				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	262				167,55182	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
atap	2021	B1A	1 (kiri)	282	68	28		282	672	68	1312,5	OK	8000	7500	2688		1171,4	313,3333333	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	107				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	188				282	672								1171,4	313,3333333	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	65				335,1064	672								3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	184				167,55182	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							CEK	Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai		Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	274	B1A	1 (kiri)	219	98,9	916,3	214,35	433,3	4,65	433,3	216,67	"NOT	Vc=0	577,8	168	150	150		2	D	13	265,3	123,435	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	190	98,9	916,3	214,35	404,3	24,3	404,3	202,17	V C=0	Vc=0	539,1	168	150	150		2	D	13	265,3	132,288	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	67	49,5	476,3	132,32	199,3	65,3	199,3	99,659	V C=0	Vc=0	265,8				336	2	D	13	265,3	268,368	250	300	285,2828	1331,83	OK
2	11	B1C	1 (kiri)	225	165	1416	323,87	548,9	98,9	548,9	274,43	V C=0	Vc=0	731,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	95,6436	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	140	165	1416	323,87	463,9	184	463,9	231,93	V C=0	Vc=0	618,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	113,17	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	96	82,5	773,7	214,91	310,9	119	310,9	155,46	V C=0	Vc=0	414,5				329,8	2	D	13	265,3	172,044	170	OK	419,5336	1331,83	OK
3	10	B1C	1 (kiri)	240	165	1416	323,87	563,9	83,9	563,9	281,93	V C=0	Vc=0	751,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	93,0993	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	116	165	1416	323,87	439,9	208	439,9	219,93	V C=0	Vc=0	586,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	119,344	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	117	82,5	773,7	214,91	331,9	97,9	331,9	165,96	V C=0	Vc=0	442,5				329,8	2	D	13	265,3	161,159	150	OK	475,4714	1331,83	OK
4	22	B1C	1 (kiri)	236	165	1416	323,87	559,9	87,9	559,9	279,93	V C=0	Vc=0	746,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	93,7645	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	122	165	1416	323,87	445,9	202	445,9	222,93	V C=0	Vc=0	594,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	117,738	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	110	82,5	773,7	214,91	324,9	105	324,9	162,46	V C=0	Vc=0	433,2				329,8	2	D	13	265,3	164,631	160	OK	445,7544	1331,83	OK
5	1551	B1B	1 (kiri)	209	132	1165	258,47	467,5	49,5	467,5	233,73	V C=0	Vc=0	623,3	164,9	150	150		2	D	13	265,3	112,298	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	162	132	1165	258,47	420,5	96,5	420,5	210,23	V C=0	Vc=0	560,6	164,9	150	150		2	D	13	265,3	124,851	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	89	66	627	167,21	256,2	78,2	256,2	128,1	V C=0	Vc=0	341,6				329,8	2	D	13	265,3	208,777	200	OK	356,6035	1331,83	OK
6	1670	B1A	1 (kiri)	164	98,9	916,3	205,78	369,8	41,8	369,8	184,89	V C=0	Vc=0	493	168	150	150		2	D	13	265,3	144,657	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	210	98,9	916,3	205,78	415,8	4,22	415,8	207,89	"NOT	Vc=0	554,4	168	150	150		2	D	13	265,3	128,652	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	90	49,5	476,3	127,03	217	37	217	108,51	V C=0	Vc=0	289,4				336	2	D	13	265,3	246,471	230	OK	310,09	1331,83	OK
7	1787	B1A	1 (kiri)	210	98,9	916,3	205,78	415,8	4,22	415,8	207,89	"NOT	Vc=0	554,4	168	150	150		2	D	13	265,3	128,652	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	165	98,9	916,3	205,78	370,8	40,8	370,8	185,39	V C=0	Vc=0	494,4	168	150	150		2	D	13	265,3	144,267	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	89	49,5	476,3	127,03	216	38	216	108,01	V C=0	Vc=0	288				336	2	D	13	265,3	247,612	240	OK	297,1696	1331,83	OK
8	1904	B1A	1 (kiri)	212	98,9	916,3	205,78	417,8	6,22	417,8	208,89	"NOT	Vc=0	557	168	150	150		2	D	13	265,3	128,037	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	164	98,9	916,3	205,78	369,8	41,8	369,8	184,89	V C=0	Vc=0	493	168	150	150		2	D	13	265,3	144,657	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	90	49,5	476,3	127,03	217	37	217	108,51	V C=0	Vc=0	289,4				336	2	D	13	265,3	246,471	240	OK	297,1696	1331,83	OK
atp	2021	B1A	1 (kiri)	136	98,9	916,3	205,78	341,8	69,8	341,8	170,89	V C=0	Vc=0	455,7	168	150	150		2	D	13	265,3	156,508	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	107	98,9	916,3	205,78	312,8	98,8	312,8	156,39	V C=0	Vc=0	417	168	150	150		2	D	13	265,3	171,019	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	48	49,5	476,3	127,03	175	79	175	87,513	V C=0	Vc=0	233,4				336	2	D	13	265,3	305,616	250	OK	285,2828	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
												Rumus 1			Rumus 2																			
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm								mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	274	B1A	45	60	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,7	1,54659	655,975	4,4	OK	215675,6	0,348	2,04	2,389	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	721,9	180,479	2	13	265	OK
																				1,06	1,757	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	11	B1C	109	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	4,3	2,65424	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,41	3,049	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				1,56	2,197	1,560764706	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
3	10	B1C	84	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,5	2,33722	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,41	3,68504	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				1,77	2,405	1,768866667	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
4	22	B1C	65	86,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,5	2,09827	643,773	4,4	OK	215675,6	0,502	2,41	3,41669	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1043	260,692	2	16	402	OK
																				1,66	2,161	1,6583125	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
5	1551	B1B	43	57,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,7	1,63552	643,773	4,4	OK	215675,6	0,332	2,21	2,87566	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	689,8	172,458	2	16	402	OK
																				1,33	1,991	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1670	B1A	35	46,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,4	1,40426	655,975	4,4	OK	215675,6	0,270	1,9	2,43615	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	561,5	140,373	2	13	265	OK
																				1,15	1,695	1,153608696	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
7	1787	B1A	28	37,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,3	1,34658	655,975	4,4	OK	215675,6	0,216	1,9	2,32796	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	449,2	112,298	2	13	265	OK
																				1,11	1,538	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
8	1904	B1A	24	32	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,2	1,32409	655,975	4,4	OK	215675,6	0,185	1,9	2,26614	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	385	96,2557	2	13	265	OK
																				1,11	1,476	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
Atp	2021	B1A	28	37,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,3	1,14749	655,975	4,4	OK	215675,6	0,216	1,77	2,20162	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	449,2	112,298	2	13	265	OK
																				1,06	1,494	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

Frame	Tipe Balok	Tulangan														
			Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
			n		D	n	D		n		D	S	n		D
274	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
		Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
11	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
		Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
10	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
		Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
22	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6 0	D D	25 0	3	D	13	100	2	D	16
		Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
1551	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
		Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
1670	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
		Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
1787	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
		Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
1904	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
		Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2021	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
		Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			

7. BALOK AS B 2-3

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc) Pu	0,1Ag fc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai Lapis 1 n	D	s	Lapis 2 n	D	As	α	ϕ Mn	Cek ϕ Mn	AS min		Cek	Rasio tulangan ρ	ρ min	Cek	Tension control a/dt	t d/dt	Cek	Jarak Bersih s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2							mm2	mm	kNm	≥Mn	mm2	mm2								mm	
			1 (kiri)	503			503	672							2446,1	558,8888889	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	49			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
1	27	B1A	3 (kanan)	391	238	51	503	672	238	1312,5	OK	8000	7200	2688	2446,1	558,8888889	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	17			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	271			167,55182	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	850			850	659,5							4211,9	894,7368421	6	D	25	4	D	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	74			524,16437	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
2	1342	B1C	3 (kanan)	535	44	78	850	659,5	44	1312,5	OK	8000	7200	2638	4211,9	894,7368421	6	D	25	4	D	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	288			524,16437	672							2549	582,4048582	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	289			262,08219	672							1274,5	291,2024291	3	D	25	0	D	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			1 (kiri)	912			912	659,5							4519,2	960	6	D	25	4	D	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	24			524,16437	672							2549	551,7519709	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
3	1285	B1C	3 (kanan)	460	49	82	912	659,5	49	1312,5	OK	8000	7200	2638	4519,2	960	6	D	25	4	D	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	312			524,16437	672							2549	551,7519709	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	219			262,08219	672							1274,5	275,8759855	3	D	25	0	D	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			1 (kiri)	812			812	659,5							4023,6	854,7368421	6	D	25	4	D	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	6			524,16437	672							2549	551,7519709	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
4	1399	B1C	3 (kanan)	405	119	80	812	659,5	119	1312,5	OK	8000	7200	2638	4023,6	854,7368421	6	D	25	4	D	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	275			524,16437	672							2549	551,7519709	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	220			262,08219	672							1274,5	275,8759855	3	D	25	0	D	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			1 (kiri)	625			625	659,5							3097	694,4444444	6	D	25	2	D	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,016	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	62			428,65255	672							2084,6	476,2200092	5	D	25	0	D	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
5	1552	B1B	3 (kanan)	391	28	62	625	659,5	28	1312,5	OK	8000	7500	2638	3097	694,4444444	6	D	25	2	D	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,016	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	308			428,65255	672							2084,6	476,2200092	5	D	25	0	D	2455,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	266			214,32627	672							1042,3	238,1403046	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			1 (kiri)	590			590	672							2869,2	655,5555556	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	80			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
6	1671	B1A	3 (kanan)	377	11	54	590	672	11	1312,5	OK	8000	7500	2688	2869,2	655,5555556	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	72			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	228			167,55182	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	549			549	672							2669,8	630	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	114			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
7	1788	B1A	3 (kanan)	345	12	50	549	672	12	1312,5	OK	8000	7500	2688	2669,8	630	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	31			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	229			167,55182	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	511			511	672							2485	567,7777778	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	157			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
8	1905	B1A	3 (kanan)	300	17	47	511	672	17	1312,5	OK	8000	7500	2688	2485	567,7777778	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	9			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	210			167,55182	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	311			311	672							1512,4	345,5555556	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	137			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
atap	2022	B1A	3 (kanan)	174	95	30	311	672	95	1312,5	OK	8000	7500	2688	1512,4	345,5555556	6	D	25	0	D	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	40			335,1064	672							3629,6	372,3373739	4	D	25	0	D	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	150			167,55182	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	27	B1A	1 (kiri)	206	98,9	916,3	214,35	420,3	8,35	420,3	210,17	VC=0	Vc=0	560,5	168	150	150		2	D	13	265,3	127,253	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	178	98,9	916,3	214,35	392,3	36,3	392,3	196,17	VC=0	Vc=0	523,1	168	150	150		2	D	13	265,3	136,334	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	53	49,5	476,3	132,32	185,3	79,3	185,3	92,659	VC=0	Vc=0	247,1				336	2	D	13	265,3	288,642	250	300	285,2828	1331,83	OK
2	1142	B1C	1 (kiri)	250	165	1416	323,87	573,9	73,9	573,9	286,93	VC=0	Vc=0	765,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	91,477	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	166	165	1416	323,87	489,9	158	489,9	244,93	VC=0	Vc=0	653,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	107,163	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	37	82,5	773,7	214,91	251,9	178	251,9	125,96	VC=0	Vc=0	335,9				329,8	2	D	13	265,3	212,339	200	OK	356,6035	1331,83	OK
3	1285	B1C	1 (kiri)	247	165	1416	323,87	570,9	76,9	570,9	285,43	VC=0	Vc=0	761,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	91,9577	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	126	165	1416	323,87	449,9	198	449,9	224,93	VC=0	Vc=0	599,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	116,691	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	20	82,5	773,7	214,91	234,9	195	234,9	117,46	VC=0	Vc=0	313,2				329,8	2	D	13	265,3	227,705	220	OK	324,185	1331,83	OK
4	1399	B1C	1 (kiri)	230	165	1416	323,87	553,9	93,9	553,9	276,93	VC=0	Vc=0	738,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	94,7802	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	118	165	1416	323,87	441,9	206	441,9	220,93	VC=0	Vc=0	589,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	118,804	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	114	82,5	773,7	214,91	328,9	101	328,9	164,46	VC=0	Vc=0	438,5				329,8	2	D	13	265,3	162,629	160	OK	445,7544	1331,83	OK
5	1552	B1B	1 (kiri)	211	132	1165	258,47	469,5	47,5	469,5	234,73	VC=0	Vc=0	626	164,9	150	150		2	D	13	265,3	111,82	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	145	132	1165	258,47	403,5	113	403,5	201,73	VC=0	Vc=0	538	164,9	150	150		2	D	13	265,3	130,112	130	OK	538,4158	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	96	66	627	167,21	263,2	71,2	263,2	131,6	VC=0	Vc=0	350,9				329,8	2	D	13	265,3	203,224	200	OK	356,6035	1331,83	OK
6	1671	B1A	1 (kiri)	209	98,9	916,3	205,78	414,8	3,22	414,8	207,39	"NOT	Vc=0	553	168	150	150		2	D	13	265,3	128,963	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	149	98,9	916,3	205,78	354,8	56,8	354,8	177,39	VC=0	Vc=0	473	168	150	150		2	D	13	265,3	150,773	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	95	49,5	476,3	127,03	222	32	222	111,01	VC=0	Vc=0	296				336	2	D	13	265,3	240,921	240	OK	297,1696	1331,83	OK
7	1788	B1A	1 (kiri)	208	98,9	916,3	205,78	413,8	2,22	413,8	206,89	"NOT	Vc=0	551,7	168	150	150		2	D	13	265,3	129,274	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	151	98,9	916,3	205,78	356,8	54,8	356,8	178,39	VC=0	Vc=0	475,7	168	150	150		2	D	13	265,3	149,928	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	94	49,5	476,3	127,03	221	33	221	110,51	VC=0	Vc=0	294,7				336	2	D	13	265,3	242,011	240	OK	297,1696	1331,83	OK
8	1905	B1A	1 (kiri)	209	98,9	916,3	205,78	414,8	3,22	414,8	207,39	"NOT	Vc=0	553	168	150	150		2	D	13	265,3	128,963	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	150	98,9	916,3	205,78	355,8	55,8	355,8	177,89	VC=0	Vc=0	474,4	168	150	150		2	D	13	265,3	150,349	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	94	49,5	476,3	127,03	221	33	221	110,51	VC=0	Vc=0	294,7				336	2	D	13	265,3	242,011	240	OK	297,1696	1331,83	OK
atp	2022	B1A	1 (kiri)	134	98,9	916,3	205,78	339,8	71,8	339,8	169,89	VC=0	Vc=0	453	168	150	150		2	D	13	265,3	157,429	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	98	98,9	916,3	205,78	303,8	108	303,8	151,89	VC=0	Vc=0	405	168	150	150		2	D	13	265,3	176,086	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	52	49,5	476,3	127,03	179	75	179	89,513	VC=0	Vc=0	238,7				336	2	D	13	265,3	298,788	250	OK	285,2828	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi										Longitudinal Penahan Lentur					
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max		Rumus 1			Rumus 2			Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi		REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm	CEK	n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	27	B1A	51	68	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,9	1,58141	655,975	4,4	OK	215675,6	0,394	2,04	2,435	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	818,2	204,543	2	13	265	OK
																				1,06	1,455	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	1142	B1C	78	104	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,2	2,28419	643,773	4,4	OK	215675,6	0,603	2,65	3,256	2,6533	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1251	312,831	2	16	402	OK
																				1,33	1,929	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
3	1285	B1C	82	109,33	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,4	2,32727	643,773	4,4	OK	215675,6	0,634	2,41	3,67943	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1315	328,874	2	16	402	OK
																				1,21	1,840	1,206045455	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
4	1399	B1C	80	106,67	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,3	2,26358	643,773	4,4	OK	215675,6	0,618	2,41	3,64852	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1283	320,852	2	16	402	OK
																				1,66	2,277	1,6583125	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
5	1552	B1B	62	82,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,4	1,84659	643,773	4,4	OK	215675,6	0,479	2,04	2,99923	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	994,6	248,66	2	16	402	OK
																				1,33	2,285	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1671	B1A	54	72	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,0	1,60405	655,975	4,4	OK	215675,6	0,417	1,77	2,60345	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	866,3	216,575	2	13	265	OK
																				1,11	1,523	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
7	1788	B1A	50	66,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,9	1,55434	655,975	4,4	OK	215675,6	0,386	1,9	2,66798	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	NOT	802,1	200,533	2	13	265	OK
																				1,11	1,878	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	NOT						
8	1905	B1A	47	62,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,8	1,5227	655,975	4,4	OK	215675,6	0,363	1,77	2,49527	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	754	188,501	2	13	265	OK
																				1,11	1,469	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
Atp	2022	B1A	30	40	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,3	1,16034	655,975	4,4	OK	215675,6	0,232	1,9	2,35887	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	481,3	120,32	2	13	265	OK
																				1,06	1,525	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	27	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2	1142	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
3	1285	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
4	1399	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
5	1552	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
6	1671	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
7	1788	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
8	1905	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
atp	2022	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			

8. BALOK AS B 3-4

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu k.Nm	Pu k.N	Tu k.Nm	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc) Pu kN	0,1Ag fc kN	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu mm2	Mn	Tulangan Pakai Lapis 1 n	D	Lapis 2 n	D	As mm2	α mm	ϕ Mn k.Nm	CEK ϕ Mn > Mn	AS min 3 mm2	2 mm2	Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	c/d	Cek	Jarak Bersih s mm	Cek
1	272	B1A	1 (kiri)	471	202	51	471	672	202	1312,5	OK	8000	7200	2638	2290,5	523,1333333	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	18			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	147			471	672							2290,5	523,1333333	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	40			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	239			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	D	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK
2	1066	B1C	1 (kiri)	737	38	71	737	659,5	38	1312,5	OK	8000	7200	2638	3652	818,8868889	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	40			524,1643	672							2549	582,4048582	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	609			737	659,5							3652	818,8868889	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	202			524,1643	672							2549	582,4048582	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	284			262,0829	672							1274,5	291,0204291	5	D	25	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
3	1284	B1C	1 (kiri)	907	46	130	907	659,5	46	1312,5	OK	8000	7200	2638	4494,4	954,7368421	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	22			524,1643	672							2549	551,7519709	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	476			907	659,5							4494,4	954,7368421	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	108			524,1643	672							2549	551,7519709	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	239			262,0829	672							1274,5	275,8759855	5	D	25	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
4	1400	B1C	1 (kiri)	782	86	68	782	659,5	86	1312,5	OK	8000	7200	2638	3875	823,1578947	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	7			524,1643	672							2549	551,7519709	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	426			782	659,5							3875	823,1578947	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1354,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	249			524,1643	672							2549	551,7519709	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	227			262,0829	672							1274,5	275,8759855	5	D	25	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
5	1553	B1B	1 (kiri)	609	25	51	609	659,5	25	1312,5	OK	8000	7500	2638	3017,7	676,6666667	6	D	25	2	D	25	3927	105,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	44			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			3 (kanan)	413			609	659,5							3017,7	676,6666667	6	D	25	2	D	25	3927	105,5	857,3	OK	1219	1354,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	88			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	D	25	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,13	UNDER	67,25	OK
			5 (tengah)	237			214,3262	672							1042,3	238,1403046	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
6	1672	B1A	1 (kiri)	575	11	45	575	672	11	1312,5	OK	8000	7500	2638	2796,1	638,8888889	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	68			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	193			575	672							2796,1	638,8888889	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	57			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	239			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	D	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK
7	1789	B1A	1 (kiri)	536	12	42	536	672	12	1312,5	OK	8000	7500	2638	2606,6	595,5555556	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	103			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	339			536	672							2606,6	595,5555556	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	19			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	240			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	D	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK
8	1906	B1A	1 (kiri)	497	14	38	497	672	14	1312,5	OK	8000	7500	2638	2416,9	552,2222222	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	148			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	114			497	672							2416,9	552,2222222	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	19			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	239			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	D	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK
atap	2023	B1A	1 (kiri)	294	63	21	294	672	63	1312,5	OK	8000	7500	2638	3429,7	126,6666667	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	129			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	181			294	672							3429,7	126,6666667	6	D	25	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,13	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	48			315,1064	672							3626,6	372,1373739	4	D	25	D	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,13	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	162			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	D	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,13	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	272	B1A	1 (kiri)	193	98,9	916,3	214,35	407,3	21,3	407,3	203,67	VC=0	Vc=0	543,1	168	150	150		2	D	13	265,3	131,314	122	OK	584,5959	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	159	98,9	916,3	214,35	373,3	55,3	373,3	186,67	VC=0	Vc=0	497,8	168	150	150		2	D	13	265,3	143,272	110	OK	648,37	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	40	49,5	476,3	132,32	172,3	92,3	172,3	86,159	VC=0	Vc=0	229,8				336	2	D	13	265,3	310,418	250	300	285,2828	1331,83	OK
2	1066	B1C	1 (kiri)	259	165	1416	323,87	582,9	64,9	582,9	291,43	VC=0	Vc=0	777,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	90,0645	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	222	165	1416	323,87	545,9	102	545,9	272,93	VC=0	Vc=0	727,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	96,1693	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	28	82,5	773,7	214,91	242,9	187	242,9	121,46	VC=0	Vc=0	323,9				329,8	2	D	13	265,3	220,206	220	OK	324,185	1331,83	OK
3	1284	B1C	1 (kiri)	258	165	1416	323,87	581,9	65,9	581,9	290,93	VC=0	Vc=0	775,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	90,2193	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	127	165	1416	323,87	450,9	197	450,9	225,43	VC=0	Vc=0	601,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	116,433	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	30	82,5	773,7	214,91	244,9	185	244,9	122,46	VC=0	Vc=0	326,5				329,8	2	D	13	265,3	218,408	210	OK	339,6224	1331,83	OK
4	1400	B1C	1 (kiri)	228	165	1416	323,87	551,9	95,9	551,9	275,93	VC=0	Vc=0	735,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	95,1237	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	126	165	1416	323,87	449,9	198	449,9	224,93	VC=0	Vc=0	599,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	116,691	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	29	82,5	773,7	214,91	243,9	186	243,9	121,96	VC=0	Vc=0	325,2				329,8	2	D	13	265,3	219,303	210	OK	339,6224	1331,83	OK
5	1553	B1B	1 (kiri)	209	132	1165	258,47	467,5	49,5	467,5	233,73	VC=0	Vc=0	623,3	164,9	150	150		2	D	13	265,3	112,298	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	154	132	1165	258,47	412,5	104	412,5	206,23	VC=0	Vc=0	550	164,9	150	150		2	D	13	265,3	127,273	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	50	66	627	167,21	217,2	117	217,2	108,6	VC=0	Vc=0	289,6				329,8	2	D	13	265,3	246,262	240	OK	297,1696	1331,83	OK
6	1672	B1A	1 (kiri)	208	98,9	916,3	205,78	413,8	2,22	413,8	206,89	"NOT	Vc=0	551,7	168	150	150		2	D	13	265,3	129,274	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	157	98,9	916,3	205,78	362,8	48,8	362,8	181,39	VC=0	Vc=0	483,7	168	150	150		2	D	13	265,3	147,448	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	52	49,5	476,3	127,03	179	75	179	89,513	VC=0	Vc=0	238,7				336	2	D	13	265,3	298,788	250	OK	285,2828	1331,83	OK
7	1789	B1A	1 (kiri)	207	98,9	916,3	205,78	412,8	1,22	412,8	206,39	"NOT	Vc=0	550,4	168	150	150		2	D	13	265,3	129,588	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	158	98,9	916,3	205,78	363,8	47,8	363,8	181,89	VC=0	Vc=0	485	168	150	150		2	D	13	265,3	147,043	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	52	49,5	476,3	127,03	179	75	179	89,513	VC=0	Vc=0	238,7				336	2	D	13	265,3	298,788	250	OK	285,2828	1331,83	OK
8	1906	B1A	1 (kiri)	208	98,9	916,3	205,78	413,8	2,22	413,8	206,89	"NOT	Vc=0	551,7	168	150	150		2	D	13	265,3	129,274	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	157	98,9	916,3	205,78	362,8	48,8	362,8	181,39	VC=0	Vc=0	483,7	168	150	150		2	D	13	265,3	147,448	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	51	49,5	476,3	127,03	178	76	178	89,013	VC=0	Vc=0	237,4				336	2	D	13	265,3	300,466	250	OK	285,2828	1331,83	OK
atp	2023	B1A	1 (kiri)	134	98,9	916,3	205,78	339,8	71,8	339,8	169,89	VC=0	Vc=0	453	168	150	150		2	D	13	265,3	157,429	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	103	98,9	916,3	205,78	308,8	103	308,8	154,39	VC=0	Vc=0	411,7	168	150	150		2	D	13	265,3	173,234	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	24	49,5	476,3	127,03	151	103	151	75,513	VC=0	Vc=0	201,4				336	2	D	13	265,3	354,183	300	OK	237,7357	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi										Longitudinal Penahan Lentur					
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK	Rumus 1			Rumus 2		CEK	Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm				Mpa	Vc(kN)	Mpa		mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	272	B1A	51	68	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,9	1,55099	655,975	4,4	OK	215675,6	0,394	2,17	2,569	2,174836066	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	818,2	204,543	2	13	265	OK
																				1,06	1,455	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	1066	B1C	71	94,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,8	2,22217	643,773	4,4	OK	215675,6	0,549	2,95	3,497	2,948111111	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1139	284,756	2	16	402	OK
																				1,21	2,303	1,206045455	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
3	1284	B1C	110	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	4,4	2,73257	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,41	3,68504	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				1,26	2,536	1,26347619	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
4	1400	B1C	68	90,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	1,7	2,11293	643,773	4,4	OK	215675,6	0,525	2,41	3,46305	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1091	272,724	2	16	402	OK
																				1,26	2,314	1,26347619	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
5	1553	B1B	51	68	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,9	1,71623	643,773	4,4	OK	215675,6	0,394	2,21	2,9993	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	818,2	204,543	2	16	402	OK
																				1,11	1,894	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1672	B1A	45	60	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,7	1,49836	655,975	4,4	OK	215675,6	0,348	1,9	2,5907	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	721,9	180,479	2	13	265	OK
																				1,06	1,75681	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
7	1789	B1A	42	56	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,6	1,46419	655,975	4,4	OK	215675,6	0,325	1,9	2,54434	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	673,8	168,447	2	13	265	OK
																				1,06	1,71044	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
8	1906	B1A	38	50,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,5	1,4269	655,975	4,4	OK	215675,6	0,294	1,9	2,48252	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	609,6	152,405	2	13	265	OK
																				1,06	1,64862	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
Atp	2023	B1A	21	28	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,2	1,08686	655,975	4,4	OK	215675,6	0,162	1,77	2,09343	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	336,9	84,2237	2	13	265	OK
																				0,88	1,20899	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	272	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2	1066	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
3	1284	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
4	1400	B1C	Tump	6 4	D D	25 25	6	D	25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D	25	5	D	25	2	D	13	100			
5	1553	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
6	1672	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
7	1789	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
8	1906	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
atp	2023	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			

9. BALOK AS B 4-5

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT			Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc)			Cek Bentang Bersih (Ln)				As Perlu	Mn	Tulangan Pakai										Cek	AS min			Rasio tulangan			Tension control			Jarak Bersih	
				Mu	Pu	Tu			Pu	0,1Ag fc		L	Ln	Ad				Lapis 1			Lapis 2		As		ϕ Mn		ϕ Mn					ρ	ρ min	Cek	a			s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN						mm2		n	D	n	D	n	mm2	mm	kNm		kNm	mm2	mm2										mm	
1	236	B1A	1(kiri)	286	147	53	286	672	147	1312,5	OK	8000	7200	2688		1190,8	317,7777778	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	81			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	177			286	672								1190,8	317,7777778	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	94			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	62			167,5532	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
2	802	B1C	1(kiri)	767	38	46	767	659,5	38	1312,5	OK	8000	7200	2638		3800,7	852,2222222	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	90			524,1643	672								2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	515			767	659,5								3800,7	852,2222222	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	274			524,1643	672								2549	582,4048582	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	194			262,0823	672								1274,5	291,2024216	3	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
3	1283	B1C	1(kiri)	877	37	50	877	659,5	37	1312,5	OK	8000	7200	2638		4145,7	923,1578947	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	49			524,1643	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	521			877	659,5								4145,7	923,1578947	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	292			524,1643	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	273			262,0823	672								1274,5	275,8759855	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
4	1411	B1C	1(kiri)	786	32	46	786	659,5	32	1312,5	OK	8000	7200	2638		3894,8	827,3684211	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	20			524,1643	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3(kanan)	467			786	659,5								3894,8	827,3684211	6	D	25	4	D	25	4906,3	131,9	1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0068	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	253			524,1643	672								2549	551,7519709	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5(tengah)	266			262,0823	672								1274,5	275,8759855	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
5	1554	B1B	1(kiri)	621	23	39	621	659,5	23	1312,5	OK	8000	7500	2638		3077,2	690	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	32			428,6525	672								2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3(kanan)	415			621	659,5								3077,2	690	6	D	25	2	D	25	3925	105,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0119	0,0068	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	145			428,6525	672								2084,6	476,2800092	5	D	25	0	D	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0068	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5(tengah)	280			214,3262	672								1042,3	238,1400046	3	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
6	1673	B1A	1(kiri)	564	13	34	564	672	13	1312,5	OK	8000	7500	2688		2742,8	626,6666667	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	49			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	408			564	672								2742,8	626,6666667	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	88			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	277			167,5532	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
7	1790	B1A	1(kiri)	512	12	31	512	672	12	1312,5	OK	8000	7500	2688		2489,9	568,8888889	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	85			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	372			512	672								2489,9	568,8888889	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	37			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	277			167,5532	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
8	1907	B1A	1(kiri)	461	12	26	461	672	12	1312,5	OK	8000	7500	2688		2241,9	512,2222222	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	110			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	323			461	672								2241,9	512,2222222	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	39			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	277			167,5532	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
atap	2024	B1A	1(kiri)	266	42	12	266	672	42	1312,5	OK	8000	7500	2688		1293,6	295,5555556	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	120			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	165			266	672								1293,6	295,5555556	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0068	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	21			335,1064	672								1629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0068	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	199			167,5532	672								814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0068	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK			Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20	Vs	d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	236	B1A	1 (kiri)	66	98,9	916,3	214,35	280,3	148	280,3	140,17	V C=0	Vc=0	373,8	168	150	150		2	D	13	265,3	190,8	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	50	98,9	916,3	214,35	264,3	164	264,3	132,17	V C=0	Vc=0	352,5	168	150	150		2	D	13	265,3	202,348	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	79	49,5	476,3	132,32	211,3	53,3	211,3	105,66	V C=0	Vc=0	281,8				336	2	D	13	265,3	253,128	250	300	285,2828	1331,83	OK
2	802	B1C	1 (kiri)	208	165	1416	323,87	531,9	116	531,9	265,93	V C=0	Vc=0	709,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	98,7007	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	160	165	1416	323,87	483,9	164	483,9	241,93	V C=0	Vc=0	645,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	108,492	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	64	82,5	773,7	214,91	278,9	151	278,9	139,46	V C=0	Vc=0	371,9				329,8	2	D	13	265,3	191,783	190	OK	375,3721	1331,83	OK
3	1283	B1C	1 (kiri)	213	165	1416	323,87	536,9	111	536,9	268,43	V C=0	Vc=0	715,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	97,7815	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	131	165	1416	323,87	454,9	193	454,9	227,43	V C=0	Vc=0	606,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	115,409	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	35	82,5	773,7	214,91	249,9	180	249,9	124,96	V C=0	Vc=0	333,2				329,8	2	D	13	265,3	214,038	210	OK	339,6224	1331,83	OK
4	1411	B1C	1 (kiri)	235	165	1416	323,87	558,9	88,9	558,9	279,43	V C=0	Vc=0	745,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	93,9322	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																						
			3 (kanan)	148	165	1416	323,87	471,9	176	471,9	235,93	V C=0	Vc=0	629,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	111,251	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																						
			5(tengah)	113	82,5	773,7	214,91	327,9	102	327,9	163,96	V C=0	Vc=0	437,2				329,8	2	D	13	265,3	163,125	160	OK	445,7544	1331,83	OK
5	1554	B1B	1 (kiri)	220	132	1165	258,47	478,5	38,5	478,5	239,23	V C=0	Vc=0	638	164,9	150	150		2	D	13	265,3	109,717	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	160	132	1165	258,47	418,5	98,5	418,5	209,23	V C=0	Vc=0	558	164,9	150	150		2	D	13	265,3	125,448	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	102	66	627	167,21	269,2	65,2	269,2	134,6	V C=0	Vc=0	358,9				329,8	2	D	13	265,3	198,695	190	OK	375,3721	1331,83	OK
6	1673	B1A	1 (kiri)	212	98,9	916,3	205,78	417,8	6,22	417,8	208,89	"NOT	Vc=0	557	168	150	150		2	D	13	265,3	128,037	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	168	98,9	916,3	205,78	373,8	37,8	373,8	186,89	V C=0	Vc=0	498,4	168	150	150		2	D	13	265,3	143,109	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	96	49,5	476,3	127,03	223	31	223	111,51	V C=0	Vc=0	297,4				336	2	D	13	265,3	239,841	230	OK	310,09	1331,83	OK
7	1790	B1A	1 (kiri)	210	98,9	916,3	205,78	415,8	4,22	415,8	207,89	"NOT	Vc=0	554,4	168	150	150		2	D	13	265,3	128,652	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	170	98,9	916,3	205,78	375,8	35,8	375,8	187,89	V C=0	Vc=0	501	168	150	150		2	D	13	265,3	142,347	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	94	49,5	476,3	127,03	221	33	221	110,51	V C=0	Vc=0	294,7				336	2	D	13	265,3	242,011	240	OK	297,1696	1331,83	OK
8	1907	B1A	1 (kiri)	209	98,9	916,3	205,78	414,8	3,22	414,8	207,39	"NOT	Vc=0	553	168	150	150		2	D	13	265,3	128,963	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	171	98,9	916,3	205,78	376,8	34,8	376,8	188,39	V C=0	Vc=0	502,4	168	150	150		2	D	13	265,3	141,969	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	93	49,5	476,3	127,03	220	34	220	110,01	V C=0	Vc=0	293,4				336	2	D	13	265,3	243,111	240	OK	297,1696	1331,83	OK
atp	2024	B1A	1 (kiri)	135	98,9	916,3	205,78	340,8	70,8	340,8	170,39	V C=0	Vc=0	454,4	168	150	150		2	D	13	265,3	156,967	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	108	98,9	916,3	205,78	313,8	97,8	313,8	156,89	V C=0	Vc=0	418,4	168	150	150		2	D	13	265,3	170,474	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	52	49,5	476,3	127,03	179	75	179	89,513	V C=0	Vc=0	238,7				336	2	D	13	265,3	298,788	250	OK	285,2828	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi										Longitudinal Penahan Lentur					
												Rumus 1			Rumus 2																		
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm								mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	236	B1A	53	70,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	7E-01	1,0	1,30644	655,975	4,4	OK	215675,6	0,410	1,77	2,588	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	850,3	212,565	2	13	265	OK
																				1,06	1,471	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	802	B1C	46	61,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,8	1,83381	643,773	4,4	OK	215675,6	0,355	2,65	3,36424	2,6533	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	738	184,49	2	16	402	OK
																				1,4	2,107	1,396473684	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
3	1283	B1C	50	66,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,9	1,88418	643,773	4,4	OK	215675,6	0,386	2,41	3,18486	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	802,1	200,533	2	16	402	OK
																				1,26	2,036	1,26347619	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
4	1411	B1C	46	61,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	0,8	1,90622	643,773	4,4	OK	215675,6	0,355	2,41	3,12304	2,412090909	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	738	184,49	2	16	402	OK
																				1,66	2,369	1,6583125	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
5	1554	B1B	39	52	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,5	1,62868	643,773	4,4	OK	215675,6	0,301	2,21	2,81384	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	625,7	156,415	2	16	402	OK
																				1,4	1,999	1,396473684	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1673	B1A	34	45,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,4	1,40067	655,975	4,4	OK	215675,6	0,263	1,9	2,42069	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	545,4	136,362	2	13	265	OK
																				1,15	1,67909	1,153608696	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
7	1790	B1A	31	41,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,3	1,37002	655,975	4,4	OK	215675,6	0,240	1,9	2,37433	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	497,3	124,33	2	13	265	OK
																				1,11	1,58466	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
8	1907	B1A	26	34,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,2	1,32931	655,975	4,4	OK	215675,6	0,201	1,9	2,29705	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	417,1	104,277	2	13	265	OK
																				1,11	1,50738	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
Atp	2024	B1A	12	16	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	1E+00	0,1	1,03944	655,975	4,4	OK	215675,6	0,093	1,9	2,08068	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	192,5	48,1278	2	13	265	OK
																				1,06	1,24678	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik				Tekan				Sengkang				Tul Badan		
				n		D		n	D			n		D	S	n		D
1	236	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
2	802	B1C	Tump	6 4	D D		25 25	6	D		25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D		25	5	D		25	2	D	13	100			
3	1283	B1C	Tump	6 4	D D		25 25	6	D		25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D		25	5	D		25	2	D	13	100			
4	1411	B1C	Tump	6 4	D D		25 25	6	D		25	3	D	13	100	2	D	16
			Lapa	5	D		25	5	D		25	2	D	13	100			
5	1554	B1B	Tump	6 2	D D		25 25	5	D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D		25	4	D		25	2	D	13	100			
6	1673	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
7	1790	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
8	1907	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
atp	2024	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			

10. BALOK AS C 1-2

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc) Pu	0,1Ag fc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai Lapis 1 n	D	s	Lapis 2 n	D	s	As	α	ϕ Mn	Cek ϕ Mn	AS min As		Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	t d/dt	Cek	Jarak Bersih s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2								mm2	mm	kNm	,kNm	mm2	mm2								mm	
1	276	B1A	1 (kiri)	435	263	136	435	672	263	1312,5	OK	8000	6800	2688	2135,4	483,1333333	6	D 25	s 0	D 0	s 0	As mm2	2943,8	α mm 79,36	ϕ Mn kNm 670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	75			335,1084	672							1629,6	372,3373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	186			435	672							2135,4	483,1333333	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	50			335,1084	672							1629,6	372,3373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	273			167,5518 2	672							814,8	186,168687	3	D 25	s 0	D 0	s 0	As 0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
2	260	B2 (MIRING)	1 (kiri)	1329	26	85	1329	703,5	26	1680	OK	8000	6900	2814	6173,6	1476,666667	3	D 29	s 29	D 6	s 29	As 741,4	164,1	ϕ Mn 1658	OK	1961	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	201,5	OK
			2 (kiri)	320			827,9762 1	718							3798,5	919,9735625	6	29	0	0	0	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1993	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			3 (kanan)	440			1329	703,5							6173,6	1476,666667	6	D 29	s 29	D 6	s 29	As 741,4	164,1	ϕ Mn 1658	OK	1961	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	64	OK
			4 (kanan)	205			827,9762 1	718							3798,5	919,9735625	6	29	0	0	0	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1993	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			5 (tengah)	352			41,9881	718							1884,3	459,9867812	4	29	0	0	0	0	2040,7	59,18	654,5	OK	1993	1256,5	OK	0,0061	0,0268	OK	0,0824	0,3	UNDER	126	OK
3	308	B2 (MIRING)	1 (kiri)	1560	123	85	1560	703,5	123	1680	OK	8000	6900	2814	7246,7	1642,325263	3	D 29	s 29	D 6	s 29	As 741,4	164,1	ϕ Mn 1658	OK	1961	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	201,5	OK
			2 (kiri)	379			827,9762 1	718							3798,5	871,5530013	6	29	0	0	0	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1993	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			3 (kanan)	780			1560	703,5							7246,7	1642,325263	6	D 29	s 29	D 6	s 29	As 741,4	164,1	ϕ Mn 1658	OK	1961	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	64	OK
			4 (kanan)	106			827,9762 1	718							3798,5	871,5530013	6	29	0	0	0	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1993	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			5 (tengah)	279			41,9881	718							1884,3	415,7769506	4	29	0	0	0	0	2040,7	59,18	654,5	OK	1993	1256,5	OK	0,0061	0,0268	OK	0,0824	0,3	UNDER	126	OK
4	19	B2	1 (kiri)	1510	148	158	1510	703,5	148	1680	OK	8000	6900	2814	7107,3	1630,526136	3	D 29	s 29	D 6	s 29	As 741,4	164,1	ϕ Mn 1658	OK	1961	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	201,5	OK
			2 (kiri)	368			827,9762 1	718							3798,5	919,9735625	6	29	0	0	0	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1993	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			3 (kanan)	98			1510	703,5							7107,3	1630,526136	6	D 29	s 29	D 6	s 29	As 741,4	164,1	ϕ Mn 1658	OK	1961	1231,1	OK	0,0176	0,0268	OK	0,2362	0,3	UNDER	64	OK
			4 (kanan)	66			827,9762 1	718							3798,5	919,9735625	6	29	0	0	0	0	2861,1	88,76	960,6	OK	1993	1256,5	OK	0,0092	0,0268	OK	0,1236	0,3	UNDER	64	OK
			5 (tengah)	219			41,9881	718							1884,3	459,9867812	4	29	0	0	0	0	2040,7	59,18	654,5	OK	1993	1256,5	OK	0,0061	0,0268	OK	0,0824	0,3	UNDER	126	OK
5	1549	B1C	1 (kiri)	928	21	91	928	659,5	21	1312,5	OK	8000	7000	2638	4598,5	976,8424053	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	324			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	404			928	659,5							4598,5	976,8424053	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	306			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	241			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	As 0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
6	1668	B1C	1 (kiri)	889	12	76	889	659,5	12	1312,5	OK	8000	7000	2638	4405,2	987,7777778	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	320			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	357			889	659,5							4405,2	987,7777778	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	100			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	237			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	As 0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
7	1785	B1C	1 (kiri)	852	10	65	852	659,5	10	1312,5	OK	8000	7000	2638	4221,9	946,6666667	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	321			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	323			852	659,5							4221,9	946,6666667	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	91			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	217			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	As 0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
8	1902	B1C	1 (kiri)	945	33	63	945	659,5	33	1312,5	OK	8000	7000	2638	4682,7	994,7368421	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	327			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			3 (kanan)	327			945	659,5							4682,7	994,7368421	6	D 25	s 4,0	D 25	s 4,0	As 4906,1	131,9	ϕ Mn 1048	OK	1219	1154,1	OK	0,0149	0,0268	OK	0,2	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	83			524,1643 7	672							2549	582,4048582	6	25	0	0	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			5 (tengah)	241			262,0829	672							1274,5	291,2024291	5	25	0	0	0	As 0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1776	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
atap	2019	B1A	1 (kiri)	619	71	35	619	672	71	1312,5	OK	8000	7000	2688	3107,5	667,7115987	6	D 25	s 0	D 0	s 0	As 2943,8	79,36	ϕ Mn 670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	211			335,1084	672							1629,6	372,3373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3 (kanan)	298			619	672							3107,5	658,7628866	6	D 25	s 0	D 0	s 0	As 2943,8	79,36	ϕ Mn 670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	20			335,1084	672							1629,6	372,3373739	4	25	0	0	0	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	143			167,5518 2	672							814,8	186,168687	3	25	0	0	0	As 0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok									Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang								Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu		Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN		kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	276	B1A	1 (kiri)	193	98,9	916,3	226,96	420	34	420	209,98		VC=0	Vc=0	559,9	168	150	150		2	D	13	265,3	127,371	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																								
			3 (kanan)	155	98,9	916,3	226,96	382	72	382	190,98		VC=0	Vc=0	509,3	168	150	150		2	D	13	265,3	140,043	110	OK	648,37	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																								
			5(tengah)	27	49,5	476,3	140,1	167,1	113	167,1	83,551		VC=0	Vc=0	222,8				336	2	D	13	265,3	320,108	300	300	237,7357	1331,83	OK
2	260	B2 (MIRING)	1 (kiri)	381	208	2223	543,86	924,9	163	924,9	462,43		VC=0	Vc=0	1233	175,9	174	150		3	D	13	398	90,8208	90	OK	1244,398	1673,11	OK
			2 (kiri)		111	1312																								
			3 (kanan)	112	208	2223	543,86	655,9	432	655,9	327,93		VC=0	Vc=0	874,5	175,9	174	150		3	D	13	398	128,071	120	OK	933,2983	1673,11	OK
			4(kanan)		111	1312																								
			5(tengah)	162	74	899,2	276,67	438,7	115	438,7	219,34		VC=0	Vc=0	584,9				351,8	2	D	13	265,3	130,284	130	OK	586,1752	1707,59	OK
3	308	B2 (MIRING)	1 (kiri)	431	208	2223	543,86	974,9	113	974,9	487,43		VC=0	Vc=0	1300	175,9	174	150		3	D	13	398	86,1627	80	OK	1399,947	1673,11	OK
			2 (kiri)		111	1312																								
			3 (kanan)	98	208	2223	543,86	641,9	446	641,9	320,93		VC=0	Vc=0	855,8	175,9	174	150		3	D	13	398	130,864	130	OK	861,5061	1673,11	OK
			4(kanan)		111	1312																								
			5(tengah)	155	74	899,2	276,67	431,7	122	431,7	215,84		VC=0	Vc=0	575,6				351,8	2	D	13	265,3	132,396	150	NOT	508,0185	1707,59	FALSE
4	19	B2	1 (kiri)	423	208	2223	543,86	966,9	121	966,9	483,43		VC=0	Vc=0	1289	175,9	174	150		3	D	13	398	86,8756	80	OK	1399,947	1673,11	OK
			2 (kiri)		111	1312																								
			3 (kanan)	10	208	2223	543,86	553,9	534	553,9	276,93		VC=0	Vc=0	738,5	175,9	174	150		3	D	13	398	151,656	150	OK	746,6386	1673,11	OK
			4(kanan)		111	1312																								
			5(tengah)	232	74	899,2	276,67	508,7	44,7	508,7	254,34		VC=0	Vc=0	678,2				351,8	2	D	13	265,3	112,355	140	NOT	544,3055	1707,59	FALSE
5	1549	B1C	1 (kiri)	340	165	1416	333,12	673,1	6,88	673,1	336,56		"NOT	Vc=0	897,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	77,9885	70	OK	999,9151	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																								
			3 (kanan)	75	165	1416	333,12	408,1	258	408,1	204,06		VC=0	Vc=0	544,2	164,9	150	150		2	D	13	265,3	128,628	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																								
			5(tengah)	162	82,5	773,7	221,05	383,1	59,1	383,1	191,53		VC=0	Vc=0	510,7				329,8	2	D	13	265,3	139,643	130	OK	548,6208	1331,83	OK
6	1668	B1C	1 (kiri)	331	165	1416	333,12	664,1	2,12	664,1	332,06		VC=0	Vc=0	885,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	79,0453	70	OK	999,9151	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																								
			3 (kanan)	80	165	1416	333,12	413,1	253	413,1	206,56		VC=0	Vc=0	550,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	127,071	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																								
			5(tengah)	156	82,5	773,7	221,05	377,1	65,1	377,1	188,53		VC=0	Vc=0	502,7				329,8	2	D	13	265,3	141,865	140	OK	509,4336	1331,83	OK
7	1785	B1C	1 (kiri)	325	165	1416	333,12	658,1	8,12	658,1	329,06		VC=0	Vc=0	877,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	79,766	70	OK	999,9151	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																								
			3 (kanan)	85	165	1416	333,12	418,1	248	418,1	209,06		VC=0	Vc=0	557,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	125,552	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																								
			5(tengah)	153	82,5	773,7	221,05	374,1	68,1	374,1	187,03		VC=0	Vc=0	498,7				329,8	2	D	13	265,3	143,003	140	OK	509,4336	1331,83	OK
8	1902	B1C	1 (kiri)	325	165	1416	333,12	658,1	8,12	658,1	329,06		VC=0	Vc=0	877,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	79,766	70	OK	999,9151	1307,05	OK
			2 (kiri)		98,9	916,3																								
			3 (kanan)	82	165	1416	333,12	415,1	251	415,1	207,56		VC=0	Vc=0	553,5	164,9	150	150		2	D	13	265,3	126,459	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		98,9	916,3																								
			5(tengah)	153	82,5	773,7	221,05	374,1	68,1	374,1	187,03		VC=0	Vc=0	498,7				329,8	2	D	13	265,3	143,003	140	OK	509,4336	1331,83	OK
atp	2019	B1A	1 (kiri)	183	98,9	916,3	220,47	403,5	37,5	403,5	201,74		VC=0	Vc=0	538	168	150	150		2	D	13	265,3	132,575	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																								
			3 (kanan)	22	98,9	916,3	220,47	242,5	198	242,5	121,24		VC=0	Vc=0	323,3	168	150	150		2	D	13	265,3	220,604	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																								
			5(tengah)	109	49,5	476,3	136,1	245,1	27,1	245,1	122,55		VC=0	Vc=0	326,8				336	2	D	13	265,3	218,241	200	OK	356,6035	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi										Longitudinal Penahan Lentur					
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max		Rumus 1			Rumus 2			Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi		REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai		
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm	CEK	n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	276	B1A	116	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	4,8	2,53047	655,975	4,4	OK	215675,6	0,636	2,21	2,848	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				0,88	1,521	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
2	260	B2 (MIRING)	85	113,33	480000	2800	342836	2376	30,304	120,49	PERLU TORSI	5E+00	1,0	2,41299	824,069	4,4	OK	291410,6	0,486	3,32	4,28891	3,316625	UBAH SENGKANG	3	16	100	6,03	OK	1155	288,768	2	16	402	OK
																				2,04	2,527	2,041	UBAH SENGKA	2	16	150	2,68	OK						
3	308	B2 (MIRING)	85	113,33	480000	2800	342836	2376	30,304	120,49	PERLU TORSI	5E+00	1,0	2,52104	824,069	4,4	OK	291410,6	0,486	3,06	4,03378	3,0615	UBAH SENGKANG	3	16	100	6,03	OK	1155	288,768	2	16	402	OK
																				1,77	2,255	1,768866667	UBAH SENGKA	2	16	150	2,68	OK						
4	19	B2	85	113,33	480000	2800	342836	2376	30,304	120,49	PERLU TORSI	5E+00	1,0	2,50369	824,069	4,4	OK	342836	0,310	2,65	3,27313	2,6533	UBAH SENGKANG	3	16	100	6,03	OK	736,4	184,089	2	16	402	OK
																				1,9	2,205	1,895214286	UBAH SENGKA	2	16	150	2,68	OK						
5	1549	B1C	91	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	3,0	2,67324	643,773	4,4	OK	215675,6	0,636	2,21	3,48403	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1321	330,329	2	16	402	OK
																				1,84	2,473	2,041	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1668	B1C	76	101,33	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	2,1	2,47675	643,773	4,4	OK	215675,6	0,587	2,21	3,38569	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1219	304,81	2	16	402	OK
																				1,9	2,483	1,895214286	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
7	1785	B1C	65	86,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	1,5	2,34591	643,773	4,4	OK	215675,6	0,502	2,21	3,21568	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1043	260,692	2	16	402	OK
																				1,9	2,398	1,895214286	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
8	1902	B1C	63	84	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	4E+00	1,4	2,3262	643,773	4,4	OK	215675,6	0,487	2,21	3,18477	2,211083333	UBAH SENGKANG	3	13	100	3,98	OK	1011	252,671	2	16	402	OK
																				1,9	2,382	1,895214286	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2019	B1A	35	46,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,4	1,37211	655,975	4,4	OK	215675,6	0,270	1,77	2,3098	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	561,5	140,373	2	13	265	OK
																				1,33	1,597	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	276	B1A	Tump	6 D		25	4 D		25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3 D		25	3 D		25	2	D	13	120			
2	260	B2 (MIRING)	Tump	3D29	3D25		6 D		29	3	D	16	100	2	D	16
				6 D	29											
			Lapa	4 D		29	4 D		29	2	D	16	150			
3	308	B2 (MIRING)	Tump	3D29	3D25		6 D		29	3	D	16	100	2	D	16
				6 D	29		0									
			Lapa	4 D		29	4 D		29	2	D	16	150			
4	19	B2	Tump	3D29	3D25		6 D		29	3	D	16	100	2	D	16
				6 D	29		0 D		0							
			Lapa	4 D		29	4 D		29	2	D	16	150			
5	1549	B1C	Tump	6 D		25	6 D		25	3	D	13	100	2	D	16
				4 D		25										
			Lapa	5 D		25	5 D		25	2	D	13	100			
6	1668	B1C	Tump	6 D		25	6 D		25	3	D	13	100	2	D	16
				4 D		25										
			Lapa	5 D		25	5 D		25	2	D	13	100			
7	1785	B1C	Tump	6 D		25	6 D		25	3	D	13	100	2	D	16
				4 D		25										
			Lapa	5 D		25	5 D		25	2	D	13	100			
8	1902	B1C	Tump	6 D		25	6 D		25	3	D	13	100	2	D	16
				4 D		25										
			Lapa	5 D		25	5 D		25	2	D	13	100			
atp	2019	B1A	Tump	6 D		25	4 D		25	2	D	13	100	2	D	13
				0 D		0										
			Lapa	3 D		25	3 D		25	2	D	13	150			

11. BALOK AS C 2-3

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Agfc) Pu	0,1Agfc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai n	D	n	D	α	ϕ Mn	CEK	AS min ϕ Mn	3/4	Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	fc'/dt	Cek	Jarak Bersih s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2		Lapis 1		Lapis 2		mm	kNm	>Mn	mm2	mm2							mm	
1	277	B1A	1(kiri)	343	257	108	343	672	257	1312,5	OK	8000	6800	2688	1668	383,1111111	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	10			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	142			343	672							6168	383,1111111	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	17			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	232			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
2	397	B1AA	1(kiri)	582	34	85	582	672	34	1312,5	OK	8000	6800	2688	2830,1	612,6315789	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	125			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	542			582	672							2830,1	612,6315789	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	50			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	289			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
3	1282	B1AA	1(kiri)	604	95	139	604	672	95	1312,5	OK	8000	6800	2688	2937,1	635,7894737	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	76			315,1064	672							3629,6	352,7406701	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	494			604	672							2937,1	635,7894737	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	50			315,1064	672							3629,6	352,7406701	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	230			367,5512	672							814,81	176,170315	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
4	1395	B1AA	1(kiri)	592	141	164	592	672	141	1312,5	OK	8000	6800	2688	2878,9	623,1578947	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	39			315,1064	672							3629,6	352,7406701	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	448			592	672							2878,9	623,1578947	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	52			315,1064	672							3629,6	352,7406701	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	71			367,5512	672							814,81	176,170315	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
5	1548	B1AA	1(kiri)	575	40	128	575	672	40	1312,5	OK	8000	7000	2688	2796,1	605,2631579	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	125			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	404			575	672							2796,1	605,2631579	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	31			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	206			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
6	1667	B1AA	1(kiri)	622	14	112	622	672	14	1312,5	OK	8000	7000	2688	3024,8	654,7368421	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	136			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	187			622	672							3024,8	654,7368421	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	6			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	208			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
7	1784	B1AA	1(kiri)	576	19	100	576	672	19	1312,5	OK	8000	7000	2688	2801,1	640	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	160			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	365			576	672							2801,1	640	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	44			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	207			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
8	1901	B1AA	1(kiri)	526	24	89	526	672	24	1312,5	OK	8000	7000	2688	2558	584,4444444	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	191			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	332			526	672							2558	584,4444444	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	86			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	117			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
atap	2018	B1AA	1(kiri)	339	68	33	359	672	68	1312,5	OK	8000	7000	2688	1745,8	398,8888889	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	142			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	154			359	672							1745,8	398,8888889	6	D 25	0	D 0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	45			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D 25	0	D 0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	130			367,5512	672							814,81	186,168687	3	D 25	0	D 0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							CEK	Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai		Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	277	B1A	1 (kiri)	164	98,9	916,3	226,96	391	63	391	195,48	VC=0	Vc=0	521,3	168	150	150		2	D	13	265,3	136,819	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	157	98,9	916,3	226,96	384	70	384	191,98	VC=0	Vc=0	511,9	168	150	150		2	D	13	265,3	139,313	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	45	49,5	476,3	140,1	185,1	95,1	185,1	92,551	VC=0	Vc=0	246,8				336	2	D	13	265,3	288,98	280	300	254,7168	1331,83	OK
2	397	B1AA	1 (kiri)	207	98,9	916,3	226,96	434	20	434	216,98	VC=0	Vc=0	578,6	168	150	150		2	D	13	265,3	123,262	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	193	98,9	916,3	226,96	420	34	420	209,98	VC=0	Vc=0	559,9	168	150	150		2	D	13	265,3	127,371	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	60	49,5	476,3	140,1	200,1	80,1	200,1	100,05	VC=0	Vc=0	266,8				336	2	D	13	265,3	267,317	250	OK	285,2828	1331,83	OK
3	1282	B1AA	1 (kiri)	199	98,9	916,3	226,96	426	28	426	212,98	VC=0	Vc=0	567,9	168	150	150		2	D	13	265,3	125,577	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	177	98,9	916,3	226,96	404	50	404	201,98	VC=0	Vc=0	538,6	168	150	150		2	D	13	265,3	132,416	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	41	49,5	476,3	140,1	181,1	99,1	181,1	90,551	VC=0	Vc=0	241,5				336	2	D	13	265,3	295,362	250	OK	285,2828	1331,83	OK
4	1395	B1AA	1 (kiri)	230	98,9	916,3	226,96	457	3,04	457	228,48	"NOT	Vc=0	609,3	168	150	150		2	D	13	265,3	117,058	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	188	98,9	916,3	226,96	415	39	415	207,48	VC=0	Vc=0	553,3	168	150	150		2	D	13	265,3	128,906	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	19	49,5	476,3	140,1	159,1	121	159,1	79,551	VC=0	Vc=0	212,1				336	2	D	13	265,3	336,204	300	OK	237,7357	1331,83	OK
5	1548	B1AA	1 (kiri)	241	98,9	916,3	220,47	461,5	20,5	461,5	230,74	"NOT	Vc=0	615,3	168	150	150		2	D	13	265,3	115,912	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	180	98,9	916,3	220,47	400,5	40,5	400,5	200,24	VC=0	Vc=0	534	168	150	150		2	D	13	265,3	133,568	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	15	49,5	476,3	136,1	151,1	121	151,1	75,549	VC=0	Vc=0	201,5				336	2	D	13	265,3	354,011	300	OK	237,7357	1331,83	OK
6	1667	B1AA	1 (kiri)	235	98,9	916,3	220,47	455,5	14,5	455,5	227,74	"NOT	Vc=0	607,3	168	150	150		2	D	13	265,3	117,439	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	183	98,9	916,3	220,47	403,5	37,5	403,5	201,74	VC=0	Vc=0	538	168	150	150		2	D	13	265,3	132,575	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	19	49,5	476,3	136,1	155,1	117	155,1	77,549	VC=0	Vc=0	206,8				336	2	D	13	265,3	344,881	300	OK	237,7357	1331,83	OK
7	1784	B1AA	1 (kiri)	230	98,9	916,3	220,47	450,5	9,53	450,5	225,24	"NOT	Vc=0	600,6	168	150	150		2	D	13	265,3	118,743	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	186	98,9	916,3	220,47	406,5	34,5	406,5	203,24	VC=0	Vc=0	542	168	150	150		2	D	13	265,3	131,597	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	21	49,5	476,3	136,1	157,1	115	157,1	78,549	VC=0	Vc=0	209,5				336	2	D	13	265,3	340,49	300	OK	237,7357	1331,83	OK
8	1901	B1AA	1 (kiri)	227	98,9	916,3	220,47	447,5	6,53	447,5	223,74	"NOT	Vc=0	596,6	168	150	150		2	D	13	265,3	119,539	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	187	98,9	916,3	220,47	407,5	33,5	407,5	203,74	VC=0	Vc=0	543,3	168	150	150		2	D	13	265,3	131,274	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	23	49,5	476,3	136,1	159,1	113	159,1	79,549	VC=0	Vc=0	212,1				336	2	D	13	265,3	336,21	300	OK	237,7357	1331,83	OK
atp	2018	B1AA	1 (kiri)	126	98,9	916,3	220,47	346,5	94,5	346,5	173,24	VC=0	Vc=0	462	168	150	150		2	D	13	265,3	154,386	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																							
			3 (kanan)	84	98,9	916,3	220,47	304,5	136	304,5	152,24	VC=0	Vc=0	406	168	150	150		2	D	13	265,3	175,682	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																							
			5(tengah)	9	49,5	476,3	136,1	145,1	127	145,1	72,549	VC=0	Vc=0	193,5				336	2	D	13	265,3	368,65	240	OK	297,1696	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
												Rumus 1			Rumus 2																			
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max								Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	277	B1A	101	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	3,7	2,24141	655,975	4,4	OK	215675,6	0,585	2,04	2,626	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	1215	303,807	2	13	265	NOT
																				0,95	1,533	0,947607143	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	397	B1AA	85	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	2,6	2,06578	655,975	4,4	OK	215675,6	0,493	2,21	3,196	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1023	255,679	2	16	402	OK
																				1,06	1,554	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
3	1282	B1AA	119	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	5,1	2,5888	655,975	4,4	OK	215675,6	0,690	2,04	2,731	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1432	357,951	2	16	402	OK
																				1,06	1,751	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
4	1395	B1AA	164	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	9,7	3,395	655,975	4,4	OK	215675,6	0,951	2,21	3,162	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1973	394,648	2	16	402	OK
																				0,88	1,835	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
5	1548	B1AA	128	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	5,9	2,78942	655,975	4,4	OK	215675,6	0,742	2,04	2,783	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1540	385,023	2	16	402	OK
																				0,88	1,626	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
6	1667	B1AA	112	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	4,5	2,52004	655,975	4,4	OK	215675,6	0,649	2,04	2,690	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1348	336,895	2	16	402	OK
																				0,88	1,534	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
7	1784	B1AA	100	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	3,6	2,32276	655,975	4,4	OK	215675,6	0,580	2,04	3,20015	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1203	300,799	2	16	402	OK
																				0,88	1,464	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
8	1901	B1AA	89	109,82	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	2,8	2,1502	655,975	4,4	OK	215675,6	0,516	2,04	3,07264	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1071	267,711	2	16	402	OK
																				0,88	1,400	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						
Atp	2018	B1AA	33	44	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,4	1,20628	655,975	4,4	OK	215675,6	0,191	1,9	2,27773	1,895214286	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	397,1	99,2637	2	16	402	OK
																				1,11	1,48806	1,105541667	UBAH SENGKA	2	13	120	2,22	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	277	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2	397	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
3	1282	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
4	1395	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
5	1548	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
6	1667	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
7	1784	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
8	1901	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			
atp	2018	B1AA	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	120			

12. BALOK AS C 3-4

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Ag fc) Pu	0,1Ag fc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	Ad	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai Lapis 1 n	D	s	Lapis 2 n	D	s	As	α	ϕ Mn	Cek ϕ Mn > Mu	AS min 1 mm2	2 mm2	Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	t d/dt	Cek	Jarak Bersih s mm	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2								mm2	mm	kNm												
			1 (kiri)	175			175	672							851,01	194,4444444	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	54			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
1	278	B1A	3 (kanan)	112	192	50	175	672	192	1312,5	OK	8000	6800	2688	851,01	194,4444444	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	61			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	35			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	316			316	672							3536,7	312,6315789	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	44			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
2	396	B1A	3 (kanan)	277	41	67	316	672	41	1312,5	OK	8000	6800	2688	3536,7	312,6315789	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	186			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	39			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	300			300	672							1458,9	315,7894737	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	34			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
3	1281	B1A	3 (kanan)	297	71	70	300	672	71	1312,5	OK	8000	6800	2688	1458,9	315,7894737	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	172			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	48			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	125			125	672							3580,5	342,1053632	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	160			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
4	1394	B1A	3 (kanan)	250	128	52	325	672	128	1312,5	OK	8000	6800	2688	3580,5	342,1053632	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	55			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	53			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	318			318	672							3643,7	375,5555556	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	144			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
5	1547	B1A	3 (kanan)	214	69	63	318	672	69	1312,5	OK	8000	7000	2688	3643,7	375,5555556	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	27			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	53			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	309			309	672							3502,7	341,3333333	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	96			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
6	1666	B1A	3 (kanan)	183	55	54	309	672	55	1312,5	OK	8000	7000	2688	3502,7	341,3333333	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	3			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	60			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	276			276	672							3142,2	306,6666667	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	50			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
7	1783	B1A	3 (kanan)	161	48	49	276	672	48	1312,5	OK	8000	7000	2688	3142,2	306,6666667	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	17			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	61			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	247			247	672							1201,2	274,4444444	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	13			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
8	1900	B1A	3 (kanan)	117	37	46	247	672	37	1312,5	OK	8000	7000	2688	1201,2	274,4444444	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	42			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	65			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
			1 (kiri)	134			134	672							651,65	148,8888889	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2 (kiri)	38			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
atap	2017	B1A	3 (kanan)	106	51	31	134	672	51	1312,5	OK	8000	7000	2688	651,65	148,8888889	6	D	25	0	D	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1776	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4 (kanan)	41			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	D	25	0	D	0	1962,5	52,77	456,1	OK	1242	1776	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5 (tengah)	46			167,5518	672							814,81	186,168687	3	D	25	0	D	0	1471,9	39,58	345,6	OK	1242	1776	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK			Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20	Vs	d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	278	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	226,96	369	85	369	184,48	VC=0	Vc=0	491,9	168	150	150		2	D	13	265,3	144,977	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			2 (kiri)	142	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	226,96	292	162	292	145,98	VC=0	Vc=0	389,3	168	150	150		2	D	13	265,3	183,213	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	65	66	627																						
			5(tengah)	4	49,5	476,3	140,1	144,1	136	144,1	72,051	VC=0	Vc=0	192,1				336	2	D	13	265,3	371,201	300	300	237,7357	1331,83	OK
2	396	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	226,96	364	90	364	181,98	VC=0	Vc=0	485,3	168	150	150		2	D	13	265,3	146,969	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			2 (kiri)	137	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	226,96	271	183	271	135,48	VC=0	Vc=0	361,3	168	150	150		2	D	13	265,3	197,413	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	44	66	627																						
			5(tengah)	2	49,5	476,3	140,1	142,1	138	142,1	71,051	VC=0	Vc=0	189,5				336	2	D	13	265,3	376,425	300	OK	237,7357	1331,83	OK
3	1281	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	226,96	361	93	361	180,48	VC=0	Vc=0	481,3	168	150	150		2	D	13	265,3	148,19	140	OK	509,4336	1331,83	OK
			2 (kiri)	134	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	226,96	267	187	267	133,48	VC=0	Vc=0	355,9	168	150	150		2	D	13	265,3	200,371	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	40	66	627																						
			5(tengah)	3	49,5	476,3	140,1	143,1	137	143,1	71,551	VC=0	Vc=0	190,8				336	2	D	13	265,3	373,795	300	OK	237,7357	1331,83	OK
4	1394	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	226,96	333	121	333	166,48	VC=0	Vc=0	443,9	168	150	150		2	D	13	265,3	160,652	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)	106	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	226,96	277	177	277	138,48	VC=0	Vc=0	369,3	168	150	150		2	D	13	265,3	193,136	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	50	66	627																						
			5(tengah)	4	49,5	476,3	140,1	144,1	136	144,1	72,051	VC=0	Vc=0	192,1				336	2	D	13	265,3	371,201	300	OK	237,7357	1331,83	OK
5	1547	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	220,47	312,5	128	312,5	156,24	VC=0	Vc=0	416,6	168	150	150		2	D	13	265,3	171,184	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)	92	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	220,47	272,5	168	272,5	136,24	VC=0	Vc=0	363,3	168	150	150		2	D	13	265,3	196,315	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	52	66	627																						
			5(tengah)	23	49,5	476,3	136,1	159,1	113	159,1	79,549	VC=0	Vc=0	212,1				336	2	D	13	265,3	336,21	300	OK	237,7357	1331,83	OK
6	1666	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	220,47	310,5	130	310,5	155,24	VC=0	Vc=0	414	168	150	150		2	D	13	265,3	172,287	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)	90	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	220,47	274,5	166	274,5	137,24	VC=0	Vc=0	366	168	150	150		2	D	13	265,3	194,884	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	54	66	627																						
			5(tengah)	25	49,5	476,3	136,1	161,1	111	161,1	80,549	VC=0	Vc=0	214,8				336	2	D	13	265,3	332,036	300	OK	237,7357	1331,83	OK
7	1783	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	220,47	277,5	163	277,5	138,74	VC=0	Vc=0	370	168	150	150		2	D	13	265,3	192,777	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)	57	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	220,47	310,5	130	310,5	155,24	VC=0	Vc=0	414	168	150	150		2	D	13	265,3	172,287	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	90	66	627																						
			5(tengah)	22	49,5	476,3	136,1	158,1	114	158,1	79,049	VC=0	Vc=0	210,8				336	2	D	13	265,3	338,337	300	OK	237,7357	1331,83	OK
8	1900	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	220,47	310,5	130	310,5	155,24	VC=0	Vc=0	414	168	150	150		2	D	13	265,3	172,287	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)	90	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	220,47	291,5	149	291,5	145,74	VC=0	Vc=0	388,6	168	150	150		2	D	13	265,3	183,518	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	71	66	627																						
			5(tengah)	18	49,5	476,3	136,1	154,1	118	154,1	77,049	VC=0	Vc=0	205,5				336	2	D	13	265,3	347,119	300	OK	237,7357	1331,83	OK
atp	2017	B1A	1 (kiri)		98,9	916,3	220,47	293,5	147	293,5	146,74	VC=0	Vc=0	391,3	168	150	150		2	D	13	265,3	182,267	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)	73	66	627																						
			3 (kanan)		98,9	916,3	220,47	274,5	166	274,5	137,24	VC=0	Vc=0	366	168	150	150		2	D	13	265,3	194,884	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)	54	66	627																						
			5(tengah)	18	49,5	476,3	136,1	154,1	118	154,1	77,049	VC=0	Vc=0	205,5				336	2	D	13	265,3	347,119	300	OK	237,7357	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang						Transversal penahan torsi											Longitudinal Penahan Lentur					
												Rumus 1			Rumus 2																			
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max	CEK			Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25Al	Al pakai			
			kNm	kN m	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm								mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	278	B1A	50	66,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,9	1,45094	655,975	4,4	OK	215675,6	0,386	1,77	2,54163	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	802,1	200,533	2	13	265	OK
																				0,88	1,271	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	396	B1A	67	89,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	1,6	1,66984	655,975	4,4	OK	215675,6	0,388	1,77	2,5455	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	806,1	201,535	2	13	265	OK
																				0,88	1,273	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
3	1281	B1A	70	93,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	1,8	1,70791	655,975	4,4	OK	215675,6	0,406	1,77	2,58027	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	842,2	210,559	2	13	265	OK
																				0,88	1,290	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
4	1394	B1A	52	69,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	1,0	1,39814	655,975	4,4	OK	215675,6	0,402	1,77	2,57254	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	834,2	208,554	2	13	265	OK
																				0,88	1,286	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
5	1547	B1A	63	84	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	9E-01	1,4	1,5142	655,975	4,4	OK	215675,6	0,487	1,77	2,256	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	1011	252,671	2	13	265	OK
																				0,88	1,371	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
6	1666	B1A	54	72	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	9E-01	1,0	1,37947	655,975	4,4	OK	215675,6	0,417	1,77	2,60345	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	866,3	216,575	2	13	265	OK
																				0,88	1,302	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
7	1783	B1A	49	65,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	9E-01	0,9	1,31059	655,975	4,4	OK	215675,6	0,379	1,77	2,52618	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	786,1	196,522	2	13	265	OK
																				0,88	1,263	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
8	1900	B1A	46	61,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	9E-01	0,8	1,27087	655,975	4,4	OK	215675,6	0,355	1,77	2,47981	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	738	184,49	2	13	265	OK
																				0,88	1,240	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
Atp	2017	B1A	31	41,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	8E-01	0,3	1,05291	655,975	4,4	OK	215675,6	0,240	1,77	2,24798	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	497,3	124,33	2	13	265	OK
																				0,88	1,36355	0,884433333	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan															
				Tarik				Tekan				Sengkang				Tul Badan		
				n		D		n	D			n		D	S	n		D
1	278	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
2	396	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
3	1281	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
4	1394	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
5	1547	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
6	1666	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
7	1783	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
8	1900	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			
atp	2017	B1A	Tump	6	D		25	4	D		25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D		25	3	D		25	2	D	13	150			

13. BALOK AS C 4-5

a. Tulangan longitudinal

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	DATA INPUT Mu	Pu	Tu	Mu Pakai	d	Cek Aksial (Pu<0,1Agfc) Pu	0,1Agfc	Cek	Cek Bentang Bersih (Ln) L	Ln	kd	As Perlu	Mn	Tulangan Pakai n	D	n	D	α	ϕ Mn	CEK ϕ Mn	AS min 1	2	Cek	Rasio tulangan ρ	ρ max	Cek	Tension control a/dt	fc/dt	Cek	Jarak Bersih s	Cek
				kNm	kN	kNm			kN	kN					mm2		Lapis 1		Lapis 2		mm	kNm	>Mn	mm2	mm2							mm	
1	279	B1A	1(kiri)	152	212	50	152	672	212	1312,5	OK	8000	6800	2638	735,18	168,8888889	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	147			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	117			152	672							735,18	168,8888889	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	43			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	52			167,5518	672							814,81	186,168687	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
2	394	B1B	1(kiri)	688	43	81	688	659,5	43	1312,5	OK	8000	6800	2638	3409,2	724,2305263	6	25	2	0	2	3925	305,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	58			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3(kanan)	400			688	659,5							3409,2	724,2305263	6	25	2	0	2	3925	305,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	134			428,6525	672							2084,6	476,2800092	5	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5(tengah)	182			214,3262	672							1042,3	238,1403046	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
3	1280	B1B	1(kiri)	768	17	77	768	659,5	17	1312,5	OK	8000	6800	2638	3805,6	808,4210526	6	25	2	0	2	3925	305,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	12			428,6525	672							2084,6	451,2132088	5	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			3(kanan)	484			768	659,5							3805,6	808,4210526	6	25	2	0	2	3925	305,5	857,3	OK	1219	1154,1	OK	0,0139	0,0268	OK	0,16	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	91			428,6525	672							2084,6	451,2132088	5	25	0	0	2453,1	65,97	564,3	OK	1242	1176	OK	0,0073	0,0268	OK	0,0982	0,3	UNDER	67,25	OK
			5(tengah)	281			214,3262	672							1042,3	225,6060444	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
4	1393	B1B	1(kiri)	579	57	69	579	672	57	1312,5	OK	8000	6800	2638	2835,7	643,1333333	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	24			315,1064	672							3629,6	352,7406701	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	463			579	672							2835,7	609,4736842	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	73			315,1064	672							3629,6	352,7406701	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	268			167,5518	672							814,81	176,170335	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
5	1546	B1A	1(kiri)	535	40	67	535	672	40	1312,5	OK	8000	7000	2688	2601,7	594,4444444	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	22			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	494			535	672							2601,7	594,4444444	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	14			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	287			167,5518	672							814,81	186,168687	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
6	1665	B1A	1(kiri)	505	23	62	505	672	23	1312,5	OK	8000	7000	2688	2455,8	561,1111111	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	14			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	460			505	672							2455,8	561,1111111	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	21			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	284			167,5518	672							814,81	186,168687	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
7	1782	B1A	1(kiri)	461	23	54	461	672	23	1312,5	OK	8000	7000	2688	2241,9	512,2222222	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	55			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	424			461	672							2241,9	512,2222222	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	59			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	284			167,5518	672							814,81	186,168687	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
8	1899	B1A	1(kiri)	405	24	43	405	672	24	1312,5	OK	8000	7000	2688	1969,5	450	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	105			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	378			405	672							1969,5	450	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	106			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	286			167,5518	672							814,81	186,168687	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK
atp	2016	B1A	1(kiri)	195	73	12	195	672	73	1312,5	OK	8000	7000	2688	948,3	216,6666667	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			2(kiri)	72			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			3(kanan)	185			195	672							948,3	216,6666667	6	25	0	0	2943,8	79,36	670,2	OK	1242	1176	OK	0,0088	0,0268	OK	0,1178	0,3	UNDER	48,8	OK
			4(kanan)	53			315,1064	672							3629,6	372,1373739	4	25	0	0	1962,5	52,77	496,1	OK	1242	1176	OK	0,0058	0,0268	OK	0,0785	0,3	UNDER	98	OK
			5(tengah)	186			167,5518	672							814,81	186,168687	3	25	0	0	1471,9	39,58	146,6	OK	1242	1176	OK	0,0044	0,0268	OK	0,0589	0,3	UNDER	159,5	OK

b. Tulangan geser

Lt	Frame	Tipe Balok	Kondisi	Geser Balok								Syarat Balok SRPMK		Vs	Jarak Sengkang				Tulangan Sengkang							Cek Nilai Vs Pakai		
				Vg	apr	MPr	Vsway	Va	Vb	Vu	0,9Vu	Vsway>0,5Vu	Agfc/20		d/4	6D	150	d/2	n		D	As	S Perlu	S pakai	CEK	Vs pakai	Vs max	
				1,2D+	mm	kNm	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	mm	mm	mm	mm			mm	mm2	mm	mm		kN	kN	CEK
1	279	B1A	1 (kiri)	104	98,9	916,3	226,96	331	123	331	165,48	VC=0	Vc=0	441,3	168	150	150		2	D	13	265,3	161,623	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	99	98,9	916,3	226,96	326	128	326	162,98	VC=0	Vc=0	434,6	168	150	150		2	D	13	265,3	164,103	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	86	49,5	476,3	140,1	226,1	54,1	226,1	113,05	VC=0	Vc=0	301,5				336	2	D	13	265,3	236,578	200	300	356,6035	1331,83	OK
2	394	B1B	1 (kiri)	215	132	1165	285,07	500,1	70,1	500,1	250,04	VC=0	Vc=0	666,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	104,976	100	OK	699,9405	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	144	132	1165	285,07	429,1	141	429,1	214,54	VC=0	Vc=0	572,1	164,9	150	150		2	D	13	265,3	122,347	120	OK	583,2838	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	1	66	627	184,42	185,4	183	185,4	92,711	VC=0	Vc=0	247,2				329,8	2	D	13	265,3	288,48	250	OK	285,2828	1331,83	OK
3	1280	B1B	1 (kiri)	268	132	1165	285,07	553,1	17,1	553,1	276,54	VC=0	Vc=0	737,4	164,9	150	150		2	D	13	265,3	94,9163	90	OK	777,7117	1307,05	OK
			2 (kiri)		82,5	773,7																						
			3 (kanan)	182	132	1165	285,07	467,1	103	467,1	233,54	VC=0	Vc=0	622,8	164,9	150	150		2	D	13	265,3	112,393	110	OK	636,3096	1307,05	OK
			4(kanan)		82,5	773,7																						
			5(tengah)	75	66	627	184,42	259,4	109	259,4	129,71	VC=0	Vc=0	345,9				329,8	2	D	13	265,3	206,191	200	OK	356,6035	1331,83	OK
4	1393	B1B	1 (kiri)	245	98,9	916,3	226,96	472	18	472	235,98	"NOT	Vc=0	629,3	168	150	150		2	D	13	265,3	113,337	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	176	98,9	916,3	226,96	403	51	403	201,48	VC=0	Vc=0	537,3	168	150	150		2	D	13	265,3	132,745	130	OK	548,6208	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	64	49,5	476,3	140,1	204,1	76,1	204,1	102,05	VC=0	Vc=0	272,1				336	2	D	13	265,3	262,078	250	OK	285,2828	1331,83	OK
5	1546	B1A	1 (kiri)	226	98,9	916,3	220,47	446,5	5,53	446,5	223,24	"NOT	Vc=0	595,3	168	150	150		2	D	13	265,3	119,807	130	NOT	548,6208	1331,83	FALSE
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	196	98,9	916,3	220,47	416,5	24,5	416,5	208,24	VC=0	Vc=0	555,3	168	150	150		2	D	13	265,3	128,437	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	49	49,5	476,3	136,1	185,1	87,1	185,1	92,549	VC=0	Vc=0	246,8				336	2	D	13	265,3	288,984	250	OK	285,2828	1331,83	OK
6	1665	B1A	1 (kiri)	227	98,9	916,3	220,47	447,5	6,53	447,5	223,74	"NOT	Vc=0	596,6	168	150	150		2	D	13	265,3	119,539	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	195	98,9	916,3	220,47	415,5	25,5	415,5	207,74	VC=0	Vc=0	554	168	150	150		2	D	13	265,3	128,746	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	49	49,5	476,3	136,1	185,1	87,1	185,1	92,549	VC=0	Vc=0	246,8				336	2	D	13	265,3	288,984	250	OK	285,2828	1331,83	OK
7	1782	B1A	1 (kiri)	227	98,9	916,3	220,47	447,5	6,53	447,5	223,74	"NOT	Vc=0	596,6	168	150	150		2	D	13	265,3	119,539	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	195	98,9	916,3	220,47	415,5	25,5	415,5	207,74	VC=0	Vc=0	554	168	150	150		2	D	13	265,3	128,746	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	49	49,5	476,3	136,1	185,1	87,1	185,1	92,549	VC=0	Vc=0	246,8				336	2	D	13	265,3	288,984	250	OK	285,2828	1331,83	OK
8	1899	B1A	1 (kiri)	226	98,9	916,3	220,47	446,5	5,53	446,5	223,24	"NOT	Vc=0	595,3	168	150	150		2	D	13	265,3	119,807	110	OK	648,37	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	196	98,9	916,3	220,47	416,5	24,5	416,5	208,24	VC=0	Vc=0	555,3	168	150	150		2	D	13	265,3	128,437	120	OK	594,3392	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	48	49,5	476,3	136,1	184,1	88,1	184,1	92,049	VC=0	Vc=0	245,5				336	2	D	13	265,3	290,554	250	OK	285,2828	1331,83	OK
atp	2016	B1A	1 (kiri)	112	98,9	916,3	220,47	332,5	108	332,5	166,24	VC=0	Vc=0	443,3	168	150	150		2	D	13	265,3	160,887	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			2 (kiri)		66	627																						
			3 (kanan)	108	98,9	916,3	220,47	328,5	112	328,5	164,24	VC=0	Vc=0	438	168	150	150		2	D	13	265,3	162,846	150	OK	475,4714	1331,83	OK
			4(kanan)		66	627																						
			5(tengah)	30	49,5	476,3	136,1	166,1	106	166,1	83,049	VC=0	Vc=0	221,5				336	2	D	13	265,3	322,041	250	OK	285,2828	1331,83	OK

c. Tulangan torsi

Lt	FRAME	TIPE BALOK	Cek Kebutuhan Torsi									Cek dimensi Penampang					Transversal penahan torsi												Longitudinal Penahan Lentur					
			Tu	Tn	Acp	Pcp	Aoh	ph	Tu min	T max		Rumus 1		Rumus 2			Ao	At/s	Tum&Lap		sebelum torsi	CEK	REVISI			Av pakai/s		Al	0,25A1	Al pakai			
			kNm	kNm	mm2	mm	mm2	mm	kNm	kNm	CEK		Mpa	Vc(kN)	Mpa	CEK	mm2	mm2/mm	Av/s	Avt/s	mm2/mm		n	D	S	mm2/mm	Cek	mm2	mm2	n	D	As	CEK
1	279	B1A	50	66,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	1E+00	0,9	1,36735	655,975	4,4	OK	215675,6	0,386	1,77	2,155	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	802,1	200,533	2	13	265	OK
																				1,33	1,713	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						
2	394	B1B	81	108	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	2,4	2,15877	643,773	4,4	OK	215675,6	0,626	2,21	2,837	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1299	324,863	2	16	402	OK
																				1,06	1,687	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
3	1280	B1B	77	102,67	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	3E+00	2,1	2,22402	643,773	4,4	OK	215675,6	0,446	2,41	3,305	2,412090909	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	926,5	231,615	2	16	402	OK
																				1,33	1,773	1,32665	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
4	1393	B1B	69	92	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,7	1,91987	655,975	4,4	OK	215675,6	0,400	2,04	2,84081	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	830,2	207,551	2	16	402	OK
																				1,06	1,461	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
5	1546	B1A	67	89,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,6	1,83867	655,975	4,4	OK	215675,6	0,518	2,04	3,07651	2,041	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	1075	268,714	2	16	402	OK
																				1,06	1,579	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
6	1665	B1A	62	82,667	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,4	1,77667	655,975	4,4	OK	215675,6	0,359	2,21	2,92976	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	746	186,495	2	16	402	OK
																				1,06	1,421	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
7	1782	B1A	54	72	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	1,0	1,68009	655,975	4,4	OK	215675,6	0,417	2,21	3,04567	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	866,3	216,575	2	16	402	OK
																				1,06	1,479	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
8	1899	B1A	43	57,333	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	PERLU TORSI	2E+00	0,7	1,55914	655,975	4,4	OK	215675,6	0,332	2,21	2,87566	2,211083333	UBAH SENGKANG	2	13	80	3,32	OK	689,8	172,458	2	16	402	OK
																				1,06	1,394	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	100	2,66	OK						
Atp	2016	B1A	12	16	375000	2500	253736	2076	20,716	82,363	TIDAK	1E+00	0,1	1,01535	655,975	4,4	OK	215675,6	0,093	1,77	1,95433	1,768866667	UBAH SENGKANG	2	13	100	2,66	OK	192,5	48,1278	2	13	265	OK
																				1,06	1,24678	1,06132	UBAH SENGKA	2	13	150	1,77	OK						

d. Kesimpulan

LT	Frame	Tipe Balok	Tulangan														
				Tarik			Tekan			Sengkang				Tul Badan		
				n		D	n	D		n		D	S	n		D
1	279	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			
2	394	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
3	1280	B1B	Tump	6 2	D D	25 25	5	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	4	D	25	4	D	25	2	D	13	100			
4	1393	B1B	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	100			
5	1546	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	100			
6	1665	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	100			
7	1782	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	100			
8	1899	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	80	2	D	16
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	100			
atp	2016	B1A	Tump	6	D	25	4	D	25	2	D	13	100	2	D	13
			Lapa	3	D	25	3	D	25	2	D	13	150			

REKAPITULASI PERHITUNGAN KOLOM

1. KOLOM AS 1B

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K1	1406	800/1725	3200	2450	8310	5659	980	1381
LT 1	K2	51	800/1500	5000	4250	5239	3695	1072	654
LT 2	K2	67	800/1500	5000	4250	4835	1209	599	301
LT 3	K2	68	800/1500	5000	4250	4156	545	673	118
LT 4	K4	110	500/1000	4000	3250	3350	758	347	235
LT 5	K4	111	500/1000	4000	3250	2643	461	336	197
LT 6	K4	112	500/1000	4000	3250	1919	377	310	183
LT 7	K4	113	500/1000	4000	3250	1204	377	279	172
LT 8	K4	806	500/1000	4000	3250	498	435	261	185

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
4200	<	8310	OK	9673	9673	16137,2	>	1351,2	OK
4200	<	5239	OK	6464,2	16137,2	12785,1	>	1351,2	OK
4200	<	4835	OK	6320,9	12785,1	12379,7	>	1351,2	OK
4200	<	4200	OK	6058,8	12379,7	8408,1	>	1351,2	OK
1750	<	3350	OK	2349,3	8408,1	4837,7	>	1705,2	OK
1750	<	2643	OK	2488,4	4837,7	4904	>	2172	OK
1750	<	1919	OK	2415,6	4904	4795,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4795,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K1	704	1184400	3,05	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K1	1923	12	0,7	944,88	1381	1332,798	1841,33	PERLU GESER
LT 1	K2	1923	5	0,5	452,47	654	1151,766	872,00	PERLU GESER
LT 2	K2	1923	5	0,5	593,66	593,655	1151,766	791,54	PERLU GESER
LT 3	K2	1923	5	0,81	653,66	653,655	1151,766	871,54	PERLU GESER
LT 4	K4	2433	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1770,11	GESER MIN	66	508,5352	76,748	OK	6,0217	1906,1	64,7	20	OK
1529,68	TIDAK	66	279,7661	48,859	OK	4,3658	1510,9	639	223	OK
1529,68	TIDAK	66	360,226	62,911	OK	4,0292	1483,2	692	242	OK
1529,68	TIDAK	66	280,226	48,939	OK	3,5	1439,7	568	198	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	6,7	692,59	429	230	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	5,286	645,28	476	255	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	3,838	596,83	401	215	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K1	1725	500	OK	500	150	800	1380000	2,772	150
LT 1	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 2	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 3	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
944,88	1472	1472	1999,12	13879	10409	OK
452,47	1472	1472	2491,53	12069	9051,6	OK
593,66	1472	1472	2350,34	12069	9051,6	OK
653,66	1472	1472	2290,34	12069	9051,6	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

2. KOLOM AS 2B

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K2	1409	800/1500	3200	2450	7499	2145	655	345
LT 1	K2	1040	800/1500	5000	4250	6782	2319	1006	402
LT 2	K2	1042	800/1500	5000	4200	5919	1397	844	386
LT 3	K2	1043	800/1500	5000	4200	4999	929	890	292
LT 4	K4	1046	500/1000	4000	3200	4068	456	366	141
LT 5	K4	1047	500/1000	4000	3250	3175	328	331	145
LT 6	K4	1048	500/1000	4000	3250	2273	276	286	125
LT 7	K4	1049	500/1000	4000	3250	1387	269	233	269
LT 8	K4	1050	500/1000	4000	3250	561	178	211	70

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
4200	<	7499	OK	7172	7172	14140,6	>	1351,2	OK
4200	<	6782	OK	6968,6	14140,6	13667,7	>	3139,73	OK
4200	<	5919	OK	6699,1	13667,7	13078,5	>	3139,73	OK
4200	<	4999	OK	6379,4	13078,5	8541,3	>	3139,73	OK
1750	<	4068	OK	2161,9	8541,3	4548,1	>	2172	OK
1750	<	3175	OK	2386,2	4548,1	4868,1	>	2172	OK
1750	<	2273	OK	2481,9	4868,1	4861,5	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4861,5	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K2	1923	7,8	0,61	1327,4	1327,37	1151,766	1769,83	PERLU GESER
LT 1	K2	4159	5	0,5	978,59	978,588	1151,766	1304,78	PERLU GESER
LT 2	K2	4159	5	0,5	1299,2	1299,22	1151,766	1732,30	PERLU GESER
LT 3	K2	4159	5	0,81	1165,2	1165,19	1151,766	1553,58	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	947,84	947,844	468,4204	1263,79	PERLU GESER
LT 5	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1529,68	GESER MIN	66	618,063	107,94	OK	6,2492	1665,9	104	36	OK
1529,68	TIDAK	66	153,0182	26,723	OK	5,6517	1616,7	312	109	OK
1529,68	GESER MIN	66	580,5301	101,38	OK	4,9325	1557,6	175	61	OK
1529,68	GESER MIN	66	401,8159	70,174	OK	4,1658	1494,5	59,1	21	OK
622,12	GESER MIN	49,5	795,3713	256,16	OK	8,136	740,64	523	281	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	6,35	680,88	440	236	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	4,546	620,52	378	203	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 1	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 2	K2	1500	500	OK	600	100	800	1200000	2,772	150
LT 3	K2	1500	500	OK	600	100	800	1200000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1327,4	1472	1472	1616,63	12069	9051,6	OK
978,59	3706,77	3706,77	6434,95	12069	9051,6	OK
1299,2	3706,77	3706,77	6114,32	12069	9051,6	OK
1165,2	3706,77	3706,77	6248,35	12069	9051,6	OK
947,84	1962,5	1962,5	2977,16	6704,9	5028,7	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

3. KOLOM AS 3B

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K5	1416	800/1200	3200	2450	7469	803	485	137
LT 1	K5	1116	800/1200	5000	4250	6785	850	835	155
LT 2	K5	1117	800/1200	5000	4250	5839	589	747	172
LT 3	K5	14	800/1200	5000	4250	4920	418	819	145
LT 4	K4	1111	500/1000	4000	3250	3992	308	389	123
LT 5	K4	1112	500/1000	4000	3250	3111	305	350	144
LT 6	K4	1113	500/1000	4000	3250	2228	279	306	123
LT 7	K4	1114	500/1000	4000	3250	1357	249	256	101
LT 8	K4	1115	500/1000	4000	3250	547	193	241	75

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
3360	<	7469	OK	4360,1	4360,1	8920,1	>	1351,2	OK
3360	<	6785	OK	4560	8920,1	9337,7	>	2172	OK
3360	<	5839	OK	4777,7	9337,7	9409,6	>	2172	OK
3360	<	4920	OK	4631,9	9409,6	6816	>	2172	OK
1750	<	3992	OK	2184,1	6816	2483,3	>	1705,2	OK
1750	<	3111	OK	299,2	2483,3	2773,5	>	1705,2	OK
1750	<	2228	OK	2474,3	2773,5	4853,9	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4853,9	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K5	1923	4	0,61	1097,6	1097,6	910,39	1463,46	PERLU GESER
LT 1	K5	3033	2,6	0,5	713,67	713,671	910,39	951,56	PERLU GESER
LT 2	K5	3033	2,6	0,5	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 3	K5	3033	2,6	0,69	777,71	777,706	910,39	1036,94	PERLU GESER
LT 4	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1209,106	GESER MIN	66	553,0717	122,2	OK	7,7802	1416,3	47,1	21	OK
1209,106	TIDAK	66	41,17076	9,0965	OK	7,0677	1370	418	185	OK
1209,106	TIDAK	66	220,6846	48,759	OK	6,0823	1305,9	175	77	OK
1209,106	TIDAK	66	126,5513	27,961	OK	5,125	1243,7	207	91	OK
622,118	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	7,984	735,55	263	141	OK
622,118	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	6,222	676,6	322	173	OK
622,118	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	4,456	617,51	381	204	OK
622,118	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,118	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 1	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 2	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 3	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1097,6	1472	1472	1846,4	9655	7241,3	OK
713,67	1962,5	1962,5	3211,33	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
777,71	2453,13	2453,125	4128,54	9655	7241,3	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

4. KOLOM AS 4B

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K5	1429	800/1200	3200	2450	7692	652	591	169
LT 1	K5	1175	800/1200	5000	4250	7166	1019	697	208
LT 2	K5	1177	800/1200	5000	4250	6213	491	699	159
LT 3	K5	12	800/1200	5000	4250	5178	400	805	153
LT 4	K4	1170	500/1000	4000	3250	4193	357	384	152
LT 5	K4	1171	500/1000	4000	3250	3246	466	337	172
LT 6	K4	1172	500/1000	4000	3250	2318	343	287	150
LT 7	K4	1173	500/1000	4000	3250	1418	312	236	129
LT 8	K4	1174	500/1000	4000	3250	577	259	204	102

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
3360	<	7692	OK	4291	4291	8739,2	>	1351,2	OK
3360	<	7166	OK	4448,2	8739,2	9147,6	>	1705,2	OK
3360	<	6213	OK	4699,4	9147,6	9394,2	>	2172	OK
3360	<	5178	OK	4694,8	9394,2	6818,7	>	2172	OK
1750	<	4193	OK	2123,9	6818,7	4495,4	>	2172	OK
1750	<	3246	OK	2371,5	4495,4	4861	>	1705,2	OK
1750	<	2318	OK	2489,5	4861	4869,1	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4869,1	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo (* mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K5	1923	4	0,61	975,13	975,13	910,39	1300,17	PERLU GESER
LT 1	K5	2433	2,6	0,5	643,07	643,07	910,39	857,43	PERLU GESER
LT 2	K5	3033	2,6	0,5	848,31	848,31	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 3	K5	3033	2,6	0,69	848,31	848,31	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,94	468,42	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,62	468,42	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,62	468,42	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,15	468,42	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,85	468,42	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1209,11	GESER MIN	66	389,78	86,12	OK	8,0125	1431,4	131	58	OK
1209,11	TIDAK	66	52,96	11,70	OK	7,4646	1395,8	538	238	OK
1209,11	TIDAK	66	220,68	48,76	OK	6,4719	1331,2	200	88	OK
1209,11	TIDAK	66	220,68	48,76	OK	5,3938	1261,1	130	57	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,83	210,25	OK	8,386	749	372	200	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,73	170,61	OK	6,492	685,63	313	168	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,73	170,61	OK	4,636	623,53	375	201	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,12	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,96	23,82	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 1	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 2	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 3	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
975,13	1472	1472	1968,87	9655	7241,3	OK
643,07	1962,5	1962,5	3281,93	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

5. KOLOM AS 5B

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K5	1420	800/1200	3200	2450	5625	1258	327	287
LT 1	K5	1192	800/1200	5000	4250	5371	1418	716	281
LT 2	K5	1193	800/1200	5000	4250	4636	850	341	278
LT 3	K5	1184	800/1200	5000	4250	3821	707	335	235
LT 4	K4	1185	500/1000	4000	3250	3050	498	227	185
LT 5	K4	1186	500/1000	4000	3250	2365	409	247	173
LT 6	K4	1187	500/1000	4000	3250	1690	371	231	160
LT 7	K4	1188	500/1000	4000	3250	1029	350	208	144
LT 8	K4	1189	500/1000	4000	3250	413	298	168	111

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
3360	<	5625	OK	4794,8	4794,8	9535,9	>	1351,2	OK
3360	<	5371	OK	4741,1	9535,9	9302,5	>	2172	OK
3360	<	4636	OK	4561,4	9302,5	8909	>	2172	OK
3360	<	3821	OK	4347,6	8909	6758,9	>	2172	OK
1750	<	3050	OK	2411,3	6758,9	4908,7	>	2172	OK
1750	<	2365	OK	2497,4	4908,7	4877	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4877	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,33	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,33	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,33	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,33	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,67	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,67	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,67	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,67	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,67	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K5	1923	4	0,61	1097,6	1097,6	910,39	1463,46	PERLU GESER
LT 1	K5	3033	2,6	0,5	713,67	713,671	910,39	951,56	PERLU GESER
LT 2	K5	3033	2,6	0,5	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 3	K5	3033	2,6	0,69	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1209	GESER MIN	66	553,07	122,2	OK	5,8594	1291,4	172	76	OK
1209	TIDAK	66	41,17	9,0965	OK	5,5948	1274,2	323	143	OK
1209	TIDAK	66	220,68	48,759	OK	4,8292	1224,4	93,3	41	OK
1209	TIDAK	66	220,68	48,759	OK	3,9802	1169,2	38,1	17	OK
622	GESER MIN	49,5	652,83	210,25	OK	6,1	672,52	449	241	OK
622	GESER MIN	49,5	529,73	170,61	OK	4,73	626,68	371	199	OK
622	GESER MIN	49,5	529,73	170,61	OK	3,5	585,53	413	221	OK
622	GESER MIN	49,5	425,12	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622	TIDAK	49,5	73,96	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 1	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 2	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 3	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1097,6	1472	1472	1846,4	9655	7241,3	OK
713,67	1962,5	1962,5	3211,33	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

6. KOLOM AS 1C

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE									
LT 1	K5	75	800/1200	5720	4970	3660	1952	524	374
LT 2	K5	82	800/1200	5610	4860	2940	641	431	182
LT 3	K5	105	800/1200	5670	4920	2345	747	605	224
LT 4	K4	106	500/1000	4000	3250	1695	592	138	166
LT 5	K4	107	500/1000	4000	3250	1327	323	219	130
LT 6	K4	108	500/1000	4000	3250	965	250	202	120
LT 7	K4	109	500/1000	4000	3250	591	244	173	106
LT 8	K4	110	500/1000	4000	3250	210	309	302	122

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
3360	<	3660	OK	4300	4300	8385,1	>	1351,2	OK
3360	<	3360	OK	4085,1	8385,1	7978,1	>	1351,2	OK
3360	<	3360	OK	3893	7978,1	6272,6	>	1351,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	6272,6	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	2172	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE											
LT 1	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo (mm)*				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	953,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	935	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	945	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE									
LT 1	K5	1923	1,4	0,5	386,07	386,072	910,39	514,76	PERLU GESER
LT 2	K5	1923	1,4	0,5	416,26	416,261	910,39	555,01	PERLU GESER
LT 3	K5	1923	1,4	0,55	461,97	461,974	910,39	615,97	PERLU GESER
LT 4	K4	2433	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1209,11	TIDAK	66	395,6269	87,412	OK	3,8125	1158,3	644	284	OK
1209,11	TIDAK	66	355,3759	78,519	OK	3,5	1138	583	258	OK
1209,11	TIDAK	66	294,4247	65,052	OK	3,5	1138	522	231	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	3,5	585,53	536	288	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	3,5	585,53	536	288	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	3,5	585,53	413	221	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	0									
LT 1	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 2	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 3	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
386,07	1472	1472	2557,93	9655	7241,3	OK
416,26	1472	1472	2527,74	9655	7241,3	OK
461,97	1472	1472	2482,03	9655	7241,3	OK
840,94	1472	1472	2103,06	6704,9	5028,7	OK
840,94	1472	1472	2103,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1472	1472	2195,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1472	1472	2273,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

7. KOLOM AS 2C

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K2	1410	800/1500	3200	2450	4732	1843	602	212
LT 1	K2	1041	800/1500	5000	4250	8591	2777	922	608
LT 2	K2	1044	800/1500	5000	4200	7462	2045	751	652
LT 3	K2	1045	800/1500	5000	4200	6144	1692	1053	589
LT 4	K4	1051	500/1000	4000	3200	4735	758	359	272
LT 5	K4	1052	500/1000	4000	3250	3650	647	350	287
LT 6	K4	1053	500/1000	4000	3250	2600	572	316	257
LT 7	K4	1054	500/1000	4000	3250	1576	514	279	233
LT 8	K4	1055	500/1000	4000	3250	575	440	301	204

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
4200	<	4732	OK	6284	6284	13157,8	>	1351,2	OK
4200	<	8591	OK	6873,8	13157,8	14058,8	>	3139,73	OK
4200	<	7462	OK	7185	14058,8	13959,9	>	3139,73	OK
4200	<	6144	OK	6774,9	13959,9	8768,5	>	3139,73	OK
1750	<	4735	OK	1993,6	8768,5	4267,5	>	2172	OK
1750	<	3650	OK	2273,9	4267,5	4769,9	>	2172	OK
1750	<	2600	OK	2496	4769,9	4875,6	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4875,6	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K2	704	1022400	3,21	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K2	1923	7,8	0,61	1327,4	1327,37	1151,766	1769,83	PERLU GESER
LT 1	K2	4159	5	0,5	978,59	978,588	1151,766	1304,78	PERLU GESER
LT 2	K2	4159	5	0,5	1299,2	1299,22	1151,766	1732,30	PERLU GESER
LT 3	K2	4159	5	0,81	1165,2	1165,19	1151,766	1553,58	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	947,84	947,844	468,4204	1263,79	PERLU GESER
LT 5	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1529,68	GESER MIN	66	618,063	107,94	OK	3,9433	1476,2	294	103	OK
1529,68	TIDAK	66	153,0182	26,723	OK	7,1592	1740,7	436	152	OK
1529,68	GESER MIN	66	580,5301	101,38	OK	6,2183	1663,3	69	24	OK
1529,68	GESER MIN	66	401,8159	70,174	OK	5,12	1573	19,4	6,8	OK
622,12	GESER MIN	49,5	795,3713	256,16	OK	9,47	785,27	479	257	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	7,3	712,67	409	219	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	5,2	642,41	356	191	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 1	K2	1500	500	OK	500	150	800	1200000	2,772	150
LT 2	K2	1500	500	OK	600	100	800	1200000	2,772	150
LT 3	K2	1500	500	OK	600	100	800	1200000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1327,4	1472	1472	1616,63	12069	9051,6	OK
978,59	0	0	978,588	12069	9051,6	OK
1299,2	0	0	1299,22	12069	9051,6	OK
1165,2	0	0	1165,19	12069	9051,6	OK
947,84	1962,5	1962,5	2977,16	6704,9	5028,7	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

8. KOLOM 3C

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K3	1417	500/1200	3200	2450	4923	370	88	100
LT 1	K3	1099	500/1200	5000	4250	4372	343	369	253
LT 2	K3	1100	500/1200	5000	4250	3741	784	386	285
LT 3	K3	17	500/1200	5000	4250	3165	764	327	294
LT 4	K4	1102	500/1000	4000	3250	2595	651	306	285
LT 5	K4	1103	500/1000	4000	3250	2059	546	259	243
LT 6	K4	1104	500/1000	4000	3250	1518	489	227	222
LT 7	K4	1105	500/1000	4000	3250	969	443	188	200
LT 8	K4	1106	500/1000	4000	3250	404	384	99	174

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
2100	<	4923	OK	3060,8	6121,6	6303,5	>	1351,2	OK
2100	<	4372	OK	3242,7	6303,5	6656,6	>	2172	OK
2100	<	3741	OK	3413,9	6656,6	6960,6	>	2172	OK
2100	<	3165	OK	3546,7	6960,6	6043,5	>	2172	OK
1750	<	2595	OK	2496,8	6043,5	4941,7	>	1705,2	OK
1750	<	2059	OK	2444,9	4941,7	4824,5	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4824,5	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 1	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 2	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 3	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo (mm)*				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	533,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K3	1923	2,5	0,61	1097,6	1097,6	568,9938	1463,46	PERLU GESER
LT 1	K3	3033	1,6	0,5	713,67	713,671	568,9938	951,56	PERLU GESER
LT 2	K3	3033	1,6	0,5	770,95	770,946	568,9938	1027,93	PERLU GESER
LT 3	K3	3033	1,6	0,58	700,35	700,346	568,9938	933,80	PERLU GESER
LT 4	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
755,69	GESER MIN	49,5	894,468	237,15	OK	8,205	902,46	561	248	OK
755,69	GESER MIN	49,5	382,567	101,43	OK	7,2867	865,14	86,4	38	OK
755,69	GESER MIN	49,5	458,9347	121,68	OK	6,235	822,4	206	91	OK
755,69	GESER MIN	49,5	364,8014	96,722	OK	5,275	783,38	150	66	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	5,19	642,07	356	191	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	4,118	606,2	392	210	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	3,5	585,53	413	221	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 1	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 2	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 3	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1097,6	1472	1472	1846,4	9655	7241,3	OK
713,67	1962,5	1962,5	3211,33	9655	7241,3	OK
770,95	2453,13	2453,125	4135,3	9655	7241,3	OK
700,35	2453,13	2453,125	4205,9	9655	7241,3	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

9. KOLOM AS 4C

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K3	1428	500/1200	3200	2450	4534	497	87	152
LT 1	K3	1167	500/1200	5000	4250	4577	722	259	134
LT 2	K3	1168	500/1200	5000	4250	4011	480	258	175
LT 3	K3	13	500/1200	5000	4250	3419	444	258	169
LT 4	K4	1162	500/1000	4000	3250	2952	489	290	198
LT 5	K4	1163	500/1000	4000	3250	2289	471	249	213
LT 6	K4	1164	500/1000	4000	3250	1645	426	223	187
LT 7	K4	1165	500/1000	4000	3250	1005	384	189	166
LT 8	K4	1166	500/1000	4000	3250	417	278	124	126

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
2100	<	4534	OK	3186,5	6373	6359,6	>	1351,2	OK
2100	<	4577	OK	3173,1	6359,6	6516,6	>	1705,2	OK
2100	<	4011	OK	3343,5	6516,6	6828,3	>	2172	OK
2100	<	3419	OK	3484,8	6828,3	5915,2	>	2172	OK
1750	<	2952	OK	2430,4	5915,2	4915	>	2172	OK
1750	<	2289	OK	2484,6	4915	4864,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4864,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 1	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 2	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 3	K3	407	470400	2,94	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	533,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K3	1923	2,5	0,61	975,13	975,127	568,9938	1300,17	PERLU GESER
LT 1	K3	2433	1,6	0,5	643,07	643,071	568,9938	857,43	PERLU GESER
LT 2	K3	3033	1,6	0,5	770,95	770,946	568,9938	1027,93	PERLU GESER
LT 3	K3	3033	1,6	0,58	770,95	770,946	568,9938	1027,93	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
755,69	GESER MIN	49,5	731,1755	193,86	OK	7,5567	876,11	424	187	OK
755,69	GESER MIN	49,5	288,4337	76,474	OK	7,6283	879,03	21,6	9,5	OK
755,69	GESER MIN	49,5	458,9347	121,68	OK	6,685	840,69	187	83	OK
755,69	GESER MIN	49,5	458,9347	121,68	OK	5,6983	800,59	227	100	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	5,904	665,96	455	244	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	4,578	621,59	377	202	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	3,5	585,53	413	221	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 1	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 2	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 3	K3	1200	500	OK	500	150	800	960000	1,6026	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
975,13	1472	1472	1968,87	9655	7241,3	OK
643,07	1962,5	1962,5	3281,93	9655	7241,3	OK
770,95	2453,13	2453,125	4135,3	9655	7241,3	OK
770,95	2453,13	2453,125	4135,3	9655	7241,3	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

10. KOLOM 5C

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K5	1421	800/1200	3200	2450	5391	1265	524	294
LT 1	K5	1190	800/1200	5000	4250	5088	1408	600	277
LT 2	K5	1191	800/1200	5000	4250	4423	801	488	247
LT 3	K5	9	800/1200	5000	4250	3634	563	552	178
LT 4	K4	1179	500/1000	4000	3250	2886	363	299	128
LT 5	K4	1180	500/1000	4000	3250	2219	258	300	101
LT 6	K4	1181	500/1000	4000	3250	1565	222	274	85
LT 7	K4	1182	500/1000	4000	3250	939	191	254	65
LT 8	K4	1183	500/1000	4000	3250	349	174	197	44

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
3360	<	5391	OK	4745,3	4745,3	9418,3	>	1351,2	OK
3360	<	5088	OK	4673	9418,3	9180,7	>	2172	OK
3360	<	4423	OK	4507,7	9180,7	8800,8	>	2172	OK
3360	<	3634	OK	4293,1	8800,8	6736,1	>	2172	OK
1750	<	2886	OK	2443	6736,1	4915	>	2172	OK
1750	<	2219	OK	2472	4915	4851,6	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4851,6	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	4759,2	>	1705,2	OK
1750	<	1750	OK	2379,6	4759,2	2379,6	>	1351,2	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo (mm)*				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K5	1923	4	0,61	1097,6	1097,6	910,39	1463,46	PERLU GESER
LT 1	K5	3033	2,6	0,5	713,67	713,671	910,39	951,56	PERLU GESER
LT 2	K5	3033	2,6	0,5	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 3	K5	3033	2,6	0,69	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1209,11	GESER MIN	66	553,0717	122,2	OK	5,6156	1275,6	188	83	OK
1209,11	TIDAK	66	41,17076	9,0965	OK	5,3	1255	303	134	OK
1209,11	TIDAK	66	220,6846	48,759	OK	4,6073	1210	78,9	35	OK
1209,11	TIDAK	66	220,6846	48,759	OK	3,7854	1156,5	25,5	11	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	5,772	661,54	460	247	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	4,438	616,91	381	205	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	3,5	585,53	413	221	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 1	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 2	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 3	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1097,6	1472	1472	1846,4	9655	7241,3	OK
713,67	1962,5	1962,5	3211,33	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

11. KOLOM AS 2

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM			
						ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K6	43	350/500	3200	2800	1370	97	16	111
LT 1	K6	44	350/500	5000	4600	2073	149	49	47
LT 2	K6	45	350/500	5000	4600	1728	96	48	37
LT 3	K6	46	350/500	5000	4600	1369	85	48	33
LT 4	K6	47	350/500	4000	3600	1069	78	50	35
LT 5	K6	48	350/500	4000	3600	818	39	45	23
LT 6	K6	49	350/500	4000	3600	583	50	43	22
LT 7	K6	50	350/500	4000	3600	358	40	37	18
LT 8	K6	51	350/500	4000	3600	142	49	51	21

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
612,5	<	1370	OK	308,9	308,9	588,7	>	502	OK
612,5	<	2073	OK	279,8	588,7	573,1	>	502	OK
612,5	<	1728	OK	293,3	573,1	602,3	>	502	OK
612,5	<	1369	OK	309	602,3	651	>	502	OK
612,5	<	1069	OK	342	651	697	>	502	OK
612,5	<	818	OK	355	697	689	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	689	668	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	668	668	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	668	334	>	502	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 1	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 2	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 3	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 4	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 5	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 6	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 7	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 8	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	533,333	450	533,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	833,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	833,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	833,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K6	242,3	0,1	0,61	96,034	111	151,8909	148,00	PERLU GESER
LT 1	K6	242,3	0,1	0,5	52,674	52,6739	151,8909	70,23	TIDAK
LT 2	K6	242,3	0,1	0,5	49,748	49,7476	151,8909	66,33	TIDAK
LT 3	K6	242,3	0,1	0,44	49,748	49,7476	151,8909	66,33	TIDAK
LT 4	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 5	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 6	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 7	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 8	K6	242,3	0,1	0,5	33,653	33,6528	151,8909	44,87	TIDAK

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
201,73	TIDAK	28,875	3,890911	2,2543	OK	7,8286	236,83	88,8	103	OK
201,73	TIDAK	28,875	81,65903	47,311	OK	11,846	280,41	210	244	OK
201,73	TIDAK	28,875	85,5608	49,572	OK	9,8743	259,02	193	223	OK
201,73	TIDAK	28,875	85,5608	49,572	OK	7,8229	236,76	170	197	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	6,1086	218,16	128	149	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	4,6743	202,6	113	131	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	3,5	189,86	100	116	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	3,5	189,86	100	116	OK
201,73	TIDAK	28,875	107,0205	62,005	OK	3,5	189,86	145	168	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 1	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 2	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 3	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 4	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 5	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 6	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 7	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 8	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
96,034	735,938	735,9375	1375,84	4022,9	3017,2	OK
52,674	735,938	735,9375	1419,2	4022,9	3017,2	OK
49,748	735,938	735,9375	1422,13	4022,9	3017,2	OK
49,748	735,938	735,9375	1422,13	4022,9	3017,2	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
33,653	735,938	735,9375	1438,22	3352,4	2514,3	OK

12. BALOK AS 3

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K6	33	350/500	3200	2800	1048	95	9	84
LT 1	K6	34	350/500	5000	4600	1579	121	69	50
LT 2	K6	35	350/500	5000	4600	1321	80	73	36
LT 3	K6	36	350/500	5000	4600	1059	77	62	38
LT 4	K6	37	350/500	4000	3600	826	72	64	47
LT 5	K6	38	350/500	4000	3600	630	52	53	30
LT 6	K6	39	350/500	4000	3600	458	42	47	24
LT 7	K6	40	350/500	4000	3600	302	33	39	19
LT 8	K6	41	350/500	4000	3600	161	36	25	19

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
612,5	<	1048	OK	344,7	344,7	642,5	>	502	OK
612,5	<	1579	OK	297,8	642,5	614,1	>	502	OK
612,5	<	1321	OK	316,3	614,1	660	>	502	OK
612,5	<	1059	OK	343,7	660	699,9	>	502	OK
612,5	<	826	OK	356,2	699,9	692,6	>	502	OK
612,5	<	630	OK	336,4	692,6	670,4	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	670,4	668	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	668	668	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	668	334	>	502	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 1	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 2	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 3	K5	704	806400	3,52	5,54	5,54	200	150	148	100	OK
LT 4	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 5	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 6	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 7	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK
LT 8	K4	407	386400	3,14	3,21	3,21	125	150	148	120	OK

Desain tulangan Confinement											
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo (mm)*				S diluar *lo*			
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	533,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
554,4	4D16-100	803,84	OK	800	833,333	450	1000	150	150	200	4D16-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200
384,615	3D13-100	397,995	OK	1000	666,667	450	1000	150	150	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K5	1923	4	0,61	1097,6	1097,6	910,39	1463,46	PERLU GESER
LT 1	K5	3033	2,6	0,5	713,67	713,671	910,39	951,56	PERLU GESER
LT 2	K5	3033	2,6	0,5	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 3	K5	3033	2,6	0,69	848,31	848,306	910,39	1131,07	PERLU GESER
LT 4	K4	3033	1,2	0,5	840,94	840,938	468,4204	1121,25	PERLU GESER
LT 5	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 6	K4	2433	1,2	0,5	748,62	748,615	468,4204	998,15	PERLU GESER
LT 7	K4	2433	1,2	0,5	670,15	670,154	468,4204	893,54	PERLU GESER
LT 8	K4	1923	1,2	0,5	295,85	295,846	468,4204	394,46	PERLU GESER

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
1209,11	GESER MIN	66	553,0717	122,2	OK	5,6156	1275,6	188	83	OK
1209,11	TIDAK	66	41,17076	9,0965	OK	5,3	1255	303	134	OK
1209,11	TIDAK	66	220,6846	48,759	OK	4,6073	1210	78,9	35	OK
1209,11	TIDAK	66	220,6846	48,759	OK	3,7854	1156,5	25,5	11	OK
622,12	GESER MIN	49,5	652,8309	210,25	OK	5,772	661,54	460	247	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	4,438	616,91	381	205	OK
622,12	GESER MIN	49,5	529,7334	170,61	OK	3,5	585,53	413	221	OK
622,12	GESER MIN	49,5	425,1181	136,91	OK	3,5	585,53	308	165	OK
622,12	TIDAK	49,5	73,95887	23,819	OK	3,5	585,53	191	103	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 1	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 2	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 3	K5	1200	500	OK	500	150	800	960000	2,772	150
LT 4	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 5	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 6	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 7	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150
LT 8	K4	1000	500	OK	500	0	500	500000	1,6026	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
1097,6	1472	1472	1846,4	9655	7241,3	OK
713,67	1962,5	1962,5	3211,33	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
848,31	2453,13	2453,125	4057,94	9655	7241,3	OK
840,94	1962,5	1962,5	3084,06	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
748,62	1962,5	1962,5	3176,38	6704,9	5028,7	OK
670,15	1962,5	1962,5	3254,85	6704,9	5028,7	OK
295,85	1472	1472	2648,15	6704,9	5028,7	OK

13. KOLOM AS 4

a. Syarat strong column weak beam

LANTAI	TIPE KOLOM	FRAME	DIMENSI (mm)	TINGGI (mm)	Ln	GAYA DALAM KOLOM ENVELOPE			
						PU(kN)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	V3 (kNm)
BASE	K6	33	350/500	3200	2800	1265	124	65	209
LT 1	K6	34	350/500	5000	4600	1820	120	78	107
LT 2	K6	35	350/500	5000	4600	1491	70	85	64
LT 3	K6	36	350/500	5000	4600	1164	64	67	61
LT 4	K6	37	350/500	4000	3600	867	61	46	43
LT 5	K6	38	350/500	4000	3600	643	56	43	39
LT 6	K6	39	350/500	4000	3600	458	46	39	32
LT 7	K6	40	350/500	4000	3600	301	34	33	23
LT 8	K6	41	350/500	4000	3600	147	29	23	18

SYARAT AKSIAL KOLOM				Out PCAColumn	Syarat Strong colum weak beam				
Agfc/10 (kN)	<	Pu terbesar (kNm)	CEK	ØMn(kNm)	ΣMc bwh	ΣMc ats	>	1.2ΣMg	CEK
612,5	<	1265	OK	322,7	322,7	612,9	>	502	OK
612,5	<	1820	OK	290,2	612,9	590,5	>	502	OK
612,5	<	1491	OK	300,3	590,5	633,8	>	502	OK
612,5	<	1164	OK	333,5	633,8	690,4	>	502	OK
612,5	<	867	OK	356,9	690,4	695	>	502	OK
612,5	<	643	OK	338,1	695	672,1	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	672,1	668	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	668	668	>	502	OK
612,5	<	612,5	OK	334	668	334	>	502	OK

b. Desain tulangan confinement

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan Confinement									
		bc	Ach	Ash/s	Ash/s	Ash/s use	Spasi maksimum *lo*				
		mm	mm2	mm2/mm	mm2/mm	mm2/mm	1/4b	6D	So	S USE	
BASE	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 1	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 2	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 3	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 4	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 5	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 6	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 7	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK
LT 8	K6	257	113400	3,66	2,02	3,66	87,5	114	148	100	OK

Desain tulangan Confinement												
Ash min	As pakai	Ash use	CEK	Panjang *lo* (mm)				S diluar *lo*				
mm2		mm2		h	1/6 Ln	450	Pakai	150	6D	use	
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	533,333	450	533,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	833,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	833,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	833,333	450	833,33	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200
366,46296	3D13-100	397,995	OK	500	666,667	450	666,67	150	114	200	3D13-200

c. Desain tulangan geser

LANTAI	TIPE KOLOM	Desain tulangan geser							
		Bentang *lo*							
		Mpr Balok	K	DF	Vsway	Vu Use	Vc	Vu/Ø	Cek
BASE	K6	242,3	0,1	0,61	96,034	111	151,8909	148,00	PERLU GESER
LT 1	K6	242,3	0,1	0,5	52,674	52,6739	151,8909	70,23	TIDAK
LT 2	K6	242,3	0,1	0,5	49,748	49,7476	151,8909	66,33	TIDAK
LT 3	K6	242,3	0,1	0,44	49,748	49,7476	151,8909	66,33	TIDAK
LT 4	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 5	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 6	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 7	K6	242,3	0,1	0,5	67,306	67,3056	151,8909	89,74	PERLU GESER
LT 8	K6	242,3	0,1	0,5	33,653	33,6528	151,8909	44,87	TIDAK

Desain tulangan geser										
Bentang lo						Diluar lo				
Vc+1/3bw d	Cek geser min	Avmin mm2	Vs	Avs	Cek	Nu/Ag	Vc	Vs	Avs	CEK
201,73	TIDAK	28,875	3,890911	2,2543	OK	7,8286	236,83	88,8	103	OK
201,73	TIDAK	28,875	81,65903	47,311	OK	11,846	280,41	210	244	OK
201,73	TIDAK	28,875	85,5608	49,572	OK	9,8743	259,02	193	223	OK
201,73	TIDAK	28,875	85,5608	49,572	OK	7,8229	236,76	170	197	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	6,1086	218,16	128	149	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	4,6743	202,6	113	131	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	3,5	189,86	100	116	OK
201,73	TIDAK	28,875	62,15017	36,008	OK	3,5	189,86	100	116	OK
201,73	TIDAK	28,875	107,0205	62,005	OK	3,5	189,86	145	168	OK

d. Hubungan balok kolom

LANTAI	TIPE KOLOM	HUBUNGAN BALOK KOLOM								
		Cek Syarat L joint			Luas Efektif				Confinement	
		h	20db	Cek	b	x	Lbr efktf	AJ	0,5Ash	s
BASE	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 1	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 2	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 3	K6	500	500	OK	300	250	800	400000	1,8323	150
LT 4	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 5	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 6	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 7	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150
LT 8	K6	500	500	OK	300	100	500	250000	1,8323	150

HUBUNGAN BALOK KOLOM						
Geser Join dan Cek kuat Geser kN						
Vsway	T1	C1	Vu	Vn	0,75Vn	Cek
96,034	735,938	735,9375	1375,84	4022,9	3017,2	OK
52,674	735,938	735,9375	1419,2	4022,9	3017,2	OK
49,748	735,938	735,9375	1422,13	4022,9	3017,2	OK
49,748	735,938	735,9375	1422,13	4022,9	3017,2	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
67,306	735,938	735,9375	1404,57	3352,4	2514,3	OK
33,653	735,938	735,9375	1438,22	3352,4	2514,3	OK

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Nganjuk, 03 Desember 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Hang Tuah 9, SMPN 1 Sidoarjo dan SMAN 1 Sidoarjo. Penulis kemudian diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi Diploma IV pada tahun 2013. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi dan kemahasiswaan. Penulis pernah aktif dikegiatan organisasi mahasiswa Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS 2015/2016 sebagai staff Kementrian Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa dan organisasi Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS) 2016/2017 sebagai direktur jenderal Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa. Penulis juga aktif dikegiatan pelatihan ketrampilan manajemen mahasiswa yaitu LKMM pra TD 2014, LKMM TD 2015, dan LKMM TM 2015.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir Terapan ini saya mendapat bantuan, bimbingan dan masukkan dari berbagai pihak sehingga saya mampu untuk menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan lancar. Oleh karena itu dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut serta membantu selama proses peyusunan Tugas Akhir Terapan ini. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada :

1. Allah S.W.T, yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini.
2. Kedua orang tua, Dirin dan Sugiarti yang terus menerus memberikan doa dan dukungan moril maupun materi selama perjalanan saya menempuh pendidikan di DIV Teknik Infrastruktur Sipil sampai saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan tepat waktu.
3. Ir. Sungkono, CES. Selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan memberikan ilmu yang berguna, bimbingan serta saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.
4. Teman – teman DS 34, A13, yang telah berjuang bersama untuk mencapai gelar sarjana.
5. Teman-teman perkopian dan Kita Keren yang telah menghibur dan menemani selama empat tahun terakhir ini.